ed. il rostro
milano

MONTAGGIO PRATICO DI DISPOSITIVI

CONTRO SPIONAGGIO ELETTRONICO

Controspionaggio Elettronico

montaggio pratico di dispositivi

Titolo originale dell'opera

CONTROESPIONAJE ELECTRONICO
montaje práctico de dispositivos

por la Redacción de Ediciones Técnicas Rede

Traduzione

A. Nicolich

Tutti i diritti riservati alla

Ediciones Técnicas Rede - Barcellona

©

Per l'Italia: **Editrice Il Rostro - Milano**

Finito di stampare Maggio 1972

Tipografia Edizioni Tecniche - Milano - Via Baldo degli Ubaldi, 6

INTRODUZIONE

Il presente volumetto è la continuazione logica dell'opera « Spionaggio elettronico » pubblicata dalla Casa Editrice « Il Rostro » ed è scritto con lo stesso intendimento.

L'elettronica non solo fornisce armi alle spie, ma aiuta anche a difendersi da esse. Per ciò che è esposto nell'opera citata sopra, si comprende la grande importanza che hanno in questo campo i radiomicrofoni e le trasmittenti miniaturizzate. La loro localizzazione diretta è difficile, ma l'elettronica la facilita rivelando le onde emesse, che denunciano la loro presenza. E' pure necessario scoprire la presenza di linee elettriche clandestine, sebbene siano incassate nei muri. Appositi dispositivi faranno una vera radiografia del muro sospetto, scoprendo così le condutture metalliche che nasconde.

E' sempre meglio prevenire che curare. Sarà sempre meglio evitare che si installino dispositivi di spionaggio in un locale, anziché doverli localizzare, se si sospetta la loro esistenza. Sistemi elettronici di allarme riveleranno la presenza di intrusi, proteggendo efficacemente i locali che richiedano protezione.

Infine, l'elettronica può collaborare ad un terzo livello: l'interrogatorio di un sospettato, segnalando quando le sue risposte sono veritiere o false.

I dispositivi descritti in questo libro non esauriscono le loro possibilità nella lotta contro lo spionaggio. La loro utilità si estende ad altri campi, che sono debitamente segnalati in ciascun caso concreto.

CAPITOLO I

RIVELATORE DI TRASMITTENTI

La presenza di un trasmettitore clandestino si manifesta mediante l'intensità del campo elettromagnetico creato dall'antenna (per quanto piccola essa sia), intensità che aumenta rapidamente all'avvicinarsi dell'emittente spia. Un ricevitore di sufficiente sensibilità può captare questo campo e scoprire la postazione approssimativa del trasmettitore nascosto.

I misuratori di campo esistenti sul mercato sono apparecchi di precisione, molto complessi e di alto prezzo; ma il loro principio è in realtà molto semplice, per cui è possibile costruire da sé un dispositivo sufficientemente sensibile, che fornisca indicazioni utili.

Tutti gli elementi, che lo costituiscono, possono essere inclusi all'interno di una cassa metallica o di plastica, adatta, il cui ingombro può essere straordinariamente piccolo. Lo schema di montaggio si trova rappresentato in fig. 1.1.

I segnali captati dall'antenna passano attraverso il connettore d'entrata; la sintonia si effettua per mezzo del gruppo costituito dal condensatore variabile C1 e dalle varie bobine, che vengono indicate con le gamme d'onda corrispondenti considerate, che sono selezionate convenientemente mediante il commutatore S1a - S1b.

I segnali così selezionati vengono rivelati dal diodo D1 e applicati alla base del transistore Tr1, il quale amplifica il segnale che dovrà azionare lo strumento di misura M.

Le gamme di frequenze coperte da ciascuna bobina possono, per esempio, estendersi da 1,4 a 5,5 MHz, da 4 a 20 MHz, da 18 a

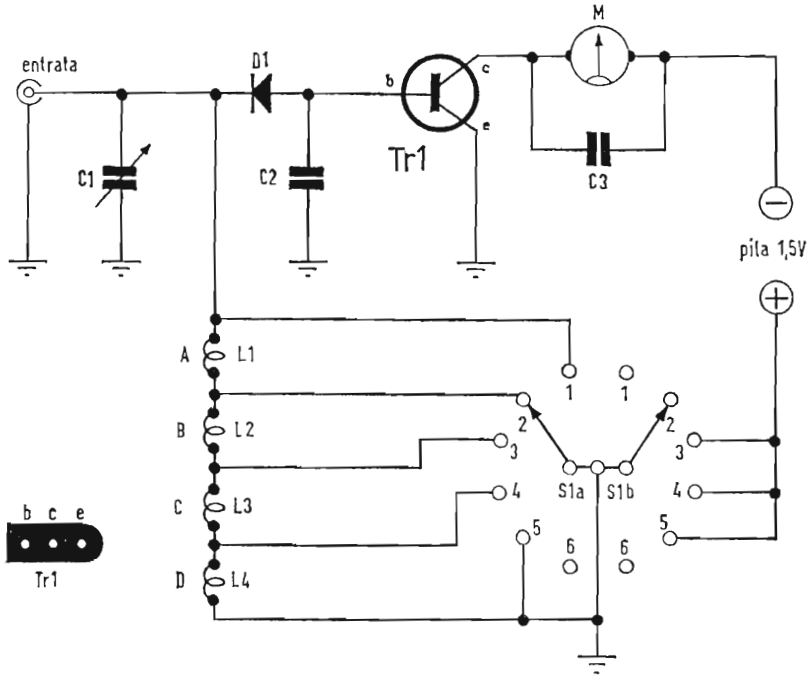


Fig. 1.1 - *Schema elettrico dei Rivelatori di trasmittenti.*

Fig. 1.1 - Componenti: C1 = condensatore variabile miniatura di 20 pF approssimativamente; C2 = 4,7 nF ceramico a disco; C3 = 1 nF ceramico a disco; L1, L2, L3, L4 = bobine (v. il testo e la figura 1.2); Tr1 = transistore al silicio PNP, tipo 2N4289; D1 = diodo, tipo OA95 (OA79, 1N34, 1N48); M = microamperometro di 100 μA; S1 a/S1 b = commutatore rotativo a 6 posizioni e 2 vie; pila miniatura di 1,5 V; 1 scatola metallica o di materiale plastico; 1 presa speciale di antenna; filo di rame smaltato di 1 mm. di diametro per la costruzione delle bobine; 2 manopole; 2 targhette; filo per collegamenti.

70 MHz e da 30 a 150 MHz, mediante le posizioni indicate rispettivamente dalle lettere B, C, D, A.

Particolari di montaggio

L'antenna telescopica si può montare direttamente sopra la cassetta, che contiene l'apparato. La sensibilità dell'apparecchio dipende principalmente dal guadagno di amplificazione prodotto dal transistore Tr1. Il transistore usato è al silicio, che fornisce una buona sensibilità unitamente ad un segnale di fondo molto piccolo.

Data la semplicità delle bobine L1 e L2, queste possono essere costruite dallo stesso costruttore dell'apparecchio (v. figura 1.2).

Allo scopo di ottenere il miglior risultato possibile nella gamma delle onde più corte, L1 deve essere costruita con la massima attenzione.

Regolazione dell'apparecchio

Si sono indicati prima e a titolo di esempio i limiti di bande approssimati di regolazione, ma la gamma esattamente coperta dall'apparecchio è determinata dalle caratteristiche costruttive e dalle bobine L1 e L2.

Si applichi sopra la cassetta e intorno all'asse del condensatore C1 un semicerchio di carta provvisto di quattro scale concentriche. Si segnino sopra il quadrante le quattro bande di sintonia A, B, C, D a partire dal bordo esterno; si regoli il condensatore C1 in posizione di massima capacità e si disponga il commutatore S1 nella posizione corrispondente alla banda A.

Si usi un piccolo oscillatore di prova o un generatore RF come strumento di regolazione. Si metta il generatore a circa 5 cm di distanza dall'antenna telescopica dell'apparecchio, previamente estratta, e si giri la manopola di comando del generatore in modo da esplorare una determinata gamma di frequenze partendo, per esempio, dalla frequenza 1,4 MHz, essendo questa la frequenza più bassa misurata con l'apparecchio.

Osservando una deviazione dell'indice del milliamperometro, si segni sopra la scala un trattino corrispondente alla frequenza indicata sopra la scala del generatore; poi si manovri il comando del generatore in modo da ricavare alcune delle frequenze desiderate e si regoli il condensatore C1 in modo da ottenere che le indicazioni

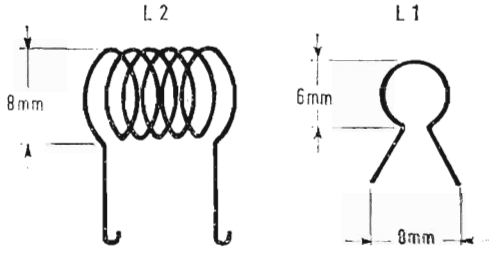


Fig. 1.2 - Particolari della costruzione delle bobine L1 e L2. Le bobine L3 e L4 si possono acquistare direttamente sul mercato, poiché si tratta di bobine per onde corte.

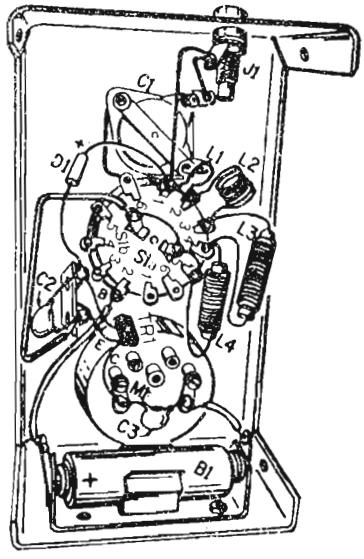


Fig. 1.3 - Schema pratico di montaggio del rivelatore di trasmittenti.

massime dell'indice risultino chiaramente definite.

Per la gamma di frequenze più alte è preferibile ottenere la regolazione mediante il valore minimo della capacità; in modo analogo, si possono sintonizzare le altre bande B, C e D. Nel caso in cui si usi un generatore di potenza notevole, non bisogna accostarlo troppo all'antenna di misura del misuratore di campo, allo scopo di non sovraccaricare il milliamperometro, altrimenti si correrebbe il rischio di danneggiarlo.

Il segnale di uscita del generatore può essere mantenuto così ad un livello abbastanza basso mediante l'uso dell'attenuatore; si provi a collegare il conduttore di massa del cavo del generatore alla cassetta del misuratore di campo, avviluppando solo l'estremo attivo del conduttore unito al terminale di connessione del generatore, intorno all'antenna. Se l'indice del milliamperometro devia molto bruscamente, si collochi il cavo di uscita del generatore a circa 30 cm di distanza dall'antenna.

Quando si usa un generatore in cui il segnale di uscita a radiofrequenza sia un'armonica di una frequenza più bassa, bisogna ben accertarsi che la sintonia del misuratore di campo si faccia alla frequenza corretta. Per esempio, nel caso di dover effettuare un accordo alla frequenza 100 MHz, si assicuri che il comando del mi-

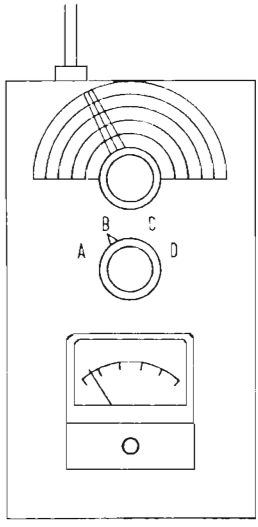


Fig. 1.4 - Aspetto esterno che può assumere il dispositivo descritto in questo capitolo.

suratore di campo non si trovi regolato per la frequenza 50 MHz.

Uso del rivelatore

Questo strumento è straordinariamente sensibile e deve essere adoperato con precauzione. Non è bene disporlo molto vicino ad un generatore assai potente; è anche desiderabile scostarlo dall'apparecchio da provare, alla maggior distanza possibile, il che permette di ottenere letture precise sulla scala del milliamperometro.

In generale, per gli oscillatori di piccola potenza e per i ricetrasmettitori portatili, è opportuno collocare l'apparecchio in prossimità dell'oscillatore.

La fig. 1.4 mostra l'aspetto esterno di questo prestigioso strumento.

CAPITOLO II

LOCALIZZATORE DI RADIOMICROFONI

Il dispositivo che presentiamo in questo capitolo è sensibilizzato mediante un circuito a ponte di Weathstone, che impiega due transistori PNP di bassa frequenza, del tipo AC125 o AC126. La sensibilità, con due transistori montati come amplificatori di segnale, risulta tanto alta, che il suo impiego può considerarsi come il « non plus ultra » per la localizzazione di radiomicrofoni e per la messa a punto di dispositivi radiotrasmittenti. Il circuito di accordo (fig. 2.1) non differisce sostanzialmente da quello di un misuratore di campo normale: comprende una bobina di sintonia, un condensatore variabile per l'accordo ed un rivelatore, diodo al germanio.

Per la costruzione della bobina di sintonia L1-L2, si deve usare un supporto di materiale isolante, se possibile di plastica, avente diametro da 8 a 10 mm (provvisto di nucleo ferromagnetico), sopra al quale si avvolgerà la bobina L2 costituita da 12 spire di filo ∅ 1 mm , leggermente spaziate. Sopra questa, dalla parte di massa, si avvolgeranno 3 spire di filo pure di 1 mm., ricoperto di cotone, per la bobina L1. Se si vuole, si può eliminare la bobina L1 e connettere direttamente l'antenna alla 4ª spira dal lato di massa della bobina L2.

Se si desidera costruire la bobina L2 in aria, si devono avvolgere sopra un supporto di 20 mm di diametro, che in seguito verrà tolto, 8 spire usando filo di rame di 2 mm stagnato. Le spire dovranno restare spaziate approssimativamente di 1 mm In questo

caso, l'antenna dovrà essere collegata alla seconda spira dal lato di massa.

Il condensatore variabile C1 dovrà possedere una capacità massima di 35 ÷ 50 pF, al fine di consentire una vasta esplorazione della gamma, capace di permettere la sintonia compresa quella di quei radiotrasmettitori che si trovano fuori di gamma.

Per alimentare questo localizzatore di radiomicrofoni (o misuratore di campo) sono necessarie 2 pile di 1,5 V ciascuna. Quando si inseriscono le pile, bisogna rispettare la polarità del circuito, per non danneggiare i transistori.

Tutto il circuito verrà collocato entro una cassettina metallica

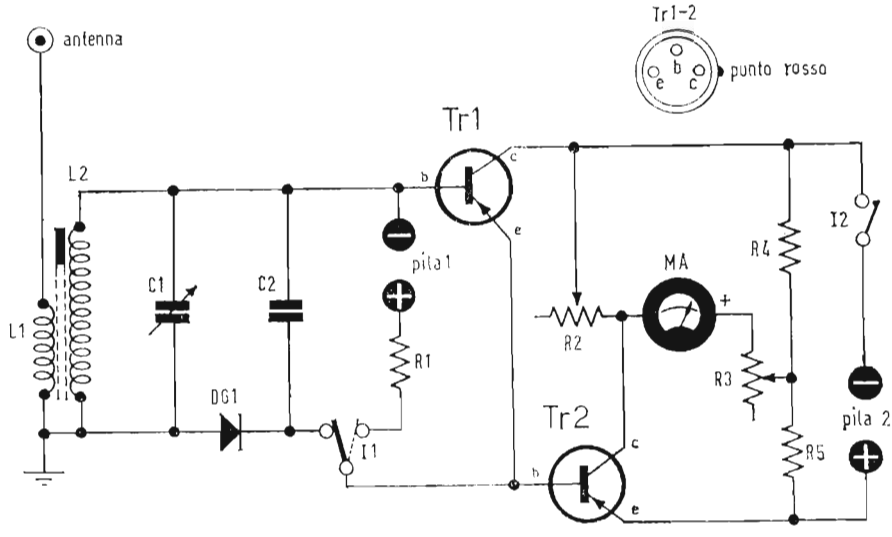


Fig. 2.1 - *Schema elettrico del Localizzatore di radiomicrofoni.*

Fig. 2.1 - Componenti: R1 = 150 kΩ; R2 = potenziometro lineare di 500 Ω; R3 = potenziometro lineare di 2 kΩ; R4 = R5 = 1 kΩ (tutte le resistenze sono da 1/2 W, 10%); C1 = 50 pF variabile ceramico per VHF; C2 = 4,7 nF ceramico a disco; D1 = diodo tipo OA85 o equivalente; Tr1 = **Tr2** = transistore PNP tipo AC125 (AC126); L1 = L2 = bobine, 12 spire di filo di rame smaltato di diametro 1 mm., avvolte sopra supporto di bachelite di 8 mm. di diametro, con nucleo filettato; sopra questa bobina, dalla parte di massa, si avvolgano 3 spire pure di filo di rame di 1 mm. di diametro, ricoperto di cotone (vedi testo); I1 = commutatore a levetta a 1 via, 2 posizioni; I2 = interruttore miniatura a levetta; MA = galvanometro di 100 μA fondo scala; pila 1 = pila 2 = 1,5 V; 1 cassetta metallica; 1 basetta terminali; 3 manopole; 2 connettori femmine; 1 antenna telescopica; filo per collegamenti.

di dimensioni adeguate (fig. 2.2). Nel pannello anteriore, dopo lo strumento indicatore, si disporranno i 2 potenziometri R2 e R3, l'interruttore I2, l'interruttore I1, nonché la scala graduata, sopra la quale si infilerà il comando del condensatore C1 di sintonia.

La disposizione degli elementi non è critica, per cui ogni lettore può modificarla a sua completa convenienza. Si procuri, soprattutto, di usare per R4 e R5 due resistenze di identico valore, che dovranno essere controllate mediante un ohmmetro.

Anche i due transistori devono essere dello stesso tipo, ossia due AC125 o AC126 di identiche caratteristiche. Come diodo rivelatore, si può usare un tipo qualsiasi, poiché non si tratta di un componente critico. Il potenziometro R2 serve per azzerare lo strumento, mentre R3 serve per regolare la sensibilità del medesimo.

Una volta ultimata la filatura (cablaggio), si potrà procedere

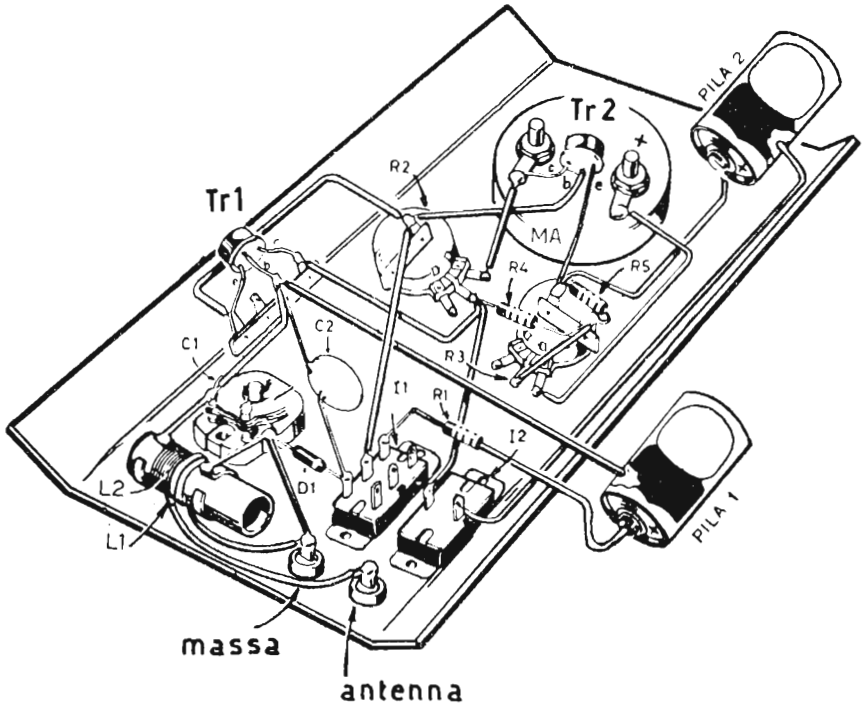


Fig. 2.2 - Schema pratico per il montaggio del localizzatore di radiotrasmittenti.

alla messa a punto, operazione questa di grande importanza, se si desidera ottenere dallo strumento la massima garanzia di precisione.

Messa a punto

Prima di applicare tensione al misuratore di campo, si deve commutare I1 in posizione « Azzeramento », ossia disporlo verso il diodo D1.

Acceso l'apparecchio mediante I2, si lascerà trascorrere un minuto per offrire ai transistori la possibilità di stabilizzarsi. In seguito, si regolerà R2 per far coincidere l'indice dello strumento con lo zero.

Si commuterà ora I1 nella posizione di massima deviazione dell'indice dello strumento, ossia escludendo il circuito del diodo al germanio D1 e collegando al suo posto la tensione della pila N° 1 attraverso la resistenza R1. Si regolerà il potenziometro R3 in modo che l'indice dello strumento arrivi a fondo scala. Dopo questa operazione, si potrà regolare R2, osservando che l'indice si porti allo zero. Si inserirà nella presa l'antenna telescopica di 105 cm di lunghezza, e con un oscillatore controllato a quarzo, che generi un segnale RF di 27 MHz, si tenterà, girando C1, di sintonizzare la frequenza, che verrà indicata da un brusco spostamento verso destra dell'indice del microamperometro.

Prima di segnare sulla scala graduata di C1 la posizione corrispondente a 27 MHz, bisognerà controllare la posizione delle lamine mobili del condensatore C1. Consigliamo di sintonizzare la frequenza 27 MHz con le lamine nella posizione di media capacità, regolando il nucleo della bobina, allo scopo di sintonizzare, in questo modo, facilmente frequenze inferiori e superiori, come ad esempio 25 ÷ 26 MHz o 28 ÷ 29 MHz.

Fare in modo che la frequenza 27 MHz coincida con la capacità media del variabile è cosa molto semplice. Nel caso in cui le lamine si trovassero molto aperte o molto chiuse, sarà sufficiente spostare il nucleo ferromagnetico, se la bobina ne è provvista, oppure aumentare o ridurre di una spira L2. Anche avvicinando o scostando le spire della detta bobina L2, si ottiene il medesimo risultato.

Per una messa a punto più precisa, si deve effettuare il controllo di frequenza ad una distanza di 10 - 20 - 50 metri dall'oscillatore.

Questo misuratore di campo si presta anche alla regolazione degli stadi di RF, per il controllo del funzionamento degli oscilla-

tori, operazione per la quale risulterà indispensabile questo sensibilissimo strumento, sempre che si provveda a regolare l'antenna. Per ottenere la massima prestazione, si deve fare in modo che l'antenna assorba la massima energia RF prodotta dal radiotrasmettitore, per poi irradiarla.

Solo con uno strumento indicatore si può stabilire se la regolazione sia perfetta. L'apparecchio presterà pure utili servizi in quei casi, nei quali si debbano sperimentare diversi tipi di antenne, per stabilire quale fra i modelli a disposizione presenti il massimo rendimento.

Per queste operazioni, è sempre bene collocare il misuratore di campo ad una distanza adeguata al segnale emesso dal trasmettitore. Questa distanza può stabilirsi intorno a 100 o più metri, che sono sufficienti per fare spostare l'indice dello strumento di pochi gradi dallo zero. Solo così si avrà la possibilità di controllare con estrema precisione se si verifica un aumento o una perdita di potenza.

CAPITOLO III

« ESPLORATORE » DI MINITRASMETTITORI E DI TUTTA LA BANDA VHF

La banda VHF presenta indubbi vantaggi per il progetto di trasmittenti clandestine e di radiomicrofoni occulti, date la miniaturizzazione che si può ottenere e la scarsa potenza messa in gioco.

L'« Esploratore » indaga questa banda, rivelando la presenza di emittenti in luoghi insospettati. Oltre questa applicazione tipicamente antispia, esso risulterà molto utile a quegli amatori appassionati di aviazione, per esempio, poiché, portandosi in un aeroporto, possono ascoltare i messaggi dalla torre di controllo agli aerei e viceversa, il che non si può dire non essere interessante.

Essendo semplice e di piccole dimensioni, si può portarlo con sé in qualunque posto, procurando momenti di piacere nel ricevere le VHF.

Schema elettrico

Per queste frequenze è molto più semplice costruire un ricevitore a superreazione che del tipo supereterodina; inoltre, con un minor numero di transistori, si può costruire un ricevitore la cui sensibilità è attraente. Presenta solo l'inconveniente della « rumorosità », che però sparisce appena si sintonizza l'apparecchio su di una stazione.

Il primo stadio (fig. 3.1) è costituito da un transistore AF102 (AFZ12). Questo transistore può essere sostituito con un AF124, ma bisogna tener presente che questo ha un rendimento minore alle frequenze più alte.

A questo stadio segue il preamplificatore di bassa frequenza (AF = Audio Frequenza) costituito da un AC125 (OC71), seguito a sua volta dallo stadio finale di potenza costituito da un AC128 (OC74), che, oltre essere adatto per certi auricolari, presenta la possibilità di potersi accoppiare ad un altoparlante. Il circuito, in sé, non è critico, ma si deve prestare particolare attenzione ai collegamenti del primo stadio; questi devono essere i più corti possibile, non dovendo superare la lunghezza di 2 cm , poiché influiscono alle frequenze più alte.

In questo circuito non si può inserire un commutatore per il

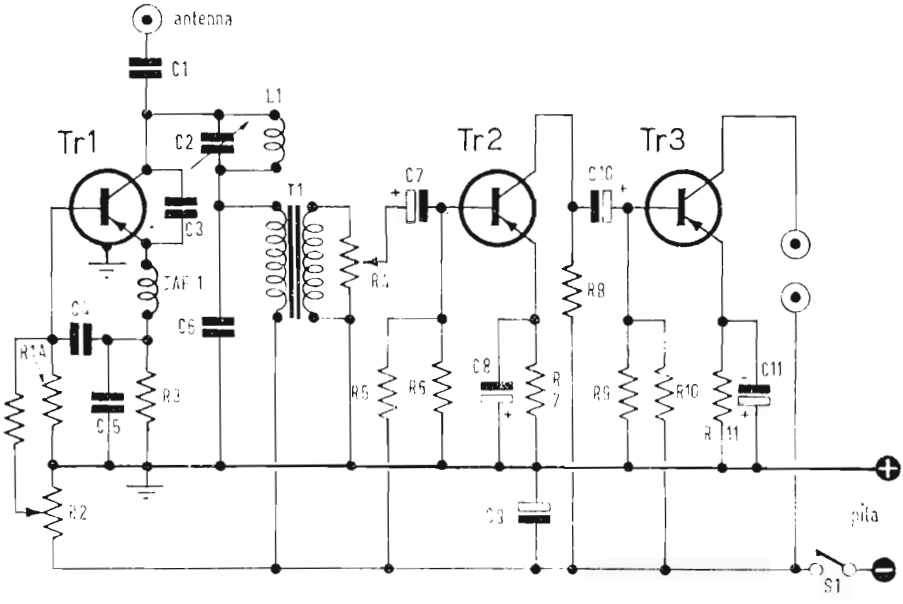


Fig. 3.1 - *Schema elettrico dell'« Esploratore ».*

Fig. 3.1 - Componenti: R1 = R6 = 10 kΩ; R1A = 1 kΩ; R2 = potenziometro con interruttore = 0,1 MΩ; R3 = R7 = 220 Ω; R4 = potenziometro = 10 kΩ; R5 = 68 kΩ; R8 = 5,6 kΩ; R9 = 680 Ω; R10 = 2,2 kΩ; R11 = 47 Ω (tutte le resistenze sono da 1/2 W, 10%); C1 = 4,7 pF ceramico; C2 = 3 : 25 pF variabile; C3 = 6,8 pF ceramico; C4 = 1 nF ceramico; C5 = 39 pF ceramico; C6 = 10 nF ceramico; C7 = 5 μF/6 V, elettrolitico; C8 = C11 = 64 μF/6 V, elettrolitico; C9 = 100 μF/6 V, elettrolitico; C10 = 10 μF/6 V, elettrolitico; Tr1 = transistore PNP per RF tipo AF102 (AFZ12, AF125, AF114); Tr2 = transistore PNP per BF tipo AC125 (OC75, OC71); Tr3 = transistore PNP per BF tipo AC128 (OC74, AC132); T1 = trasformatore interstadio per transistori (vedi testo); JAF1 = bobina di arresto a RF (vedi testo); auricolari magnetici di 8 : 10 Ω (vedi testo); S1 = interruttore montato su R2; 1 pila di 9 V miniatura; antenna = un pezzo di filo di rame lungo 1 metro.

cambio di gamma, perché la bobina deve essere saldata direttamente al condensatore variabile. Al massimo, si potranno montare solo due connettori femmine per poter intercambiare le bobine e poter così esplorare determinate bande.

Il potenziometro R2, che appare nello schema, serve per regolare la superreazione; la funzione di R4 è quella di regolare il volume; il trasformatore di accoppiamento T1 è di rapporto in discesa, dato che il primario ha maggior numero di spire del secondario. Questo trasformatore si può trovare facilmente in commercio, poiché è molto usato per gli interstadi a transistori, essendo il rapporto fra primario e secondario di 4,5 : 1; la resistenza del primario è 600 Ω e quella del secondario è 200 Ω. Si può anche usarne un altro avente rapporto 4 : 1, con resistenza del primario 250 Ω e 80 Ω di resistenza del secondario. Se si desidera usare un altoparlante (miniatura con circa 8 Ω d'impedenza), sarà necessario un altro trasformatore (non indicato nello schema); in questo caso, si colleghe-

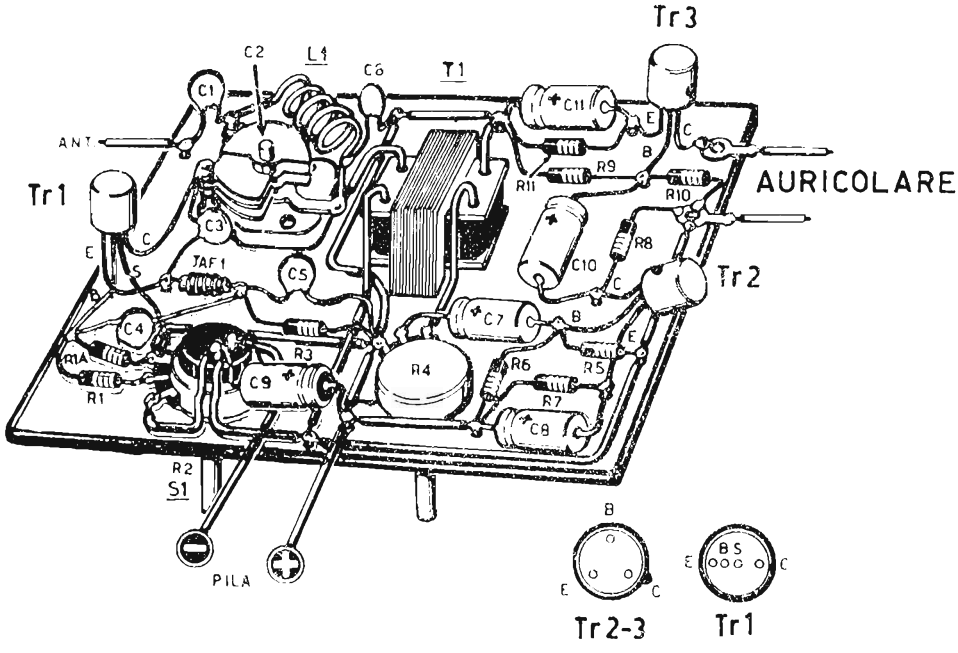


Fig. 3.2 - Schema pratico di montaggio dell'« Esploratore » per VHF descritto in questo capitolo.

rà ai terminali di uscita un trasformatore di uscita per OC74 (o AC128), tenendo presente che questi trasformatori sono fabbricati, quasi sempre, per stadi in controfase, per cui il primario avrà tre connessioni, delle quali se ne utilizzeranno solo due, le estreme, lasciando libera quella centrale. Nel caso in cui il lettore non desideri utilizzare un altoparlante, perché preferisce l'ascolto con auricolari, si tenga presente che questi dovranno essere magnetici e non piezoelettrici.

Costruzione pratica

Questo circuito può essere montato sopra una piastra di bachelite o costruirsi in circuito stampato.

Il montaggio qui descritto è costruito sopra una piastra, come si può vedere nella fig. 3.2, facendo i collegamenti con filo di rame. Una volta montata la piastra, questa si deve poter inserire in una cassetta di plastica, che funzionerà da mobiletto.

Il condensatore variabile di sintonia verrà fissato nella piastra di bachelite. Questo condensatore dovrà avere una capacità massima di 20 ÷ 25 pF. Si dovranno fissare pure il potenziometro ed il trasformatore di accoppiamento.

La bobina di sintonia deve essere costruita dal montatore stesso, dovendosi determinare sperimentalmente in pratica il corretto numero di spire necessario. Sebbene in seguito verranno forniti i dati delle caratteristiche delle bobine da impiegarsi per la ricezione di varie bande, è necessario che il lettore comprovi l'efficienza delle medesime per poter sintonizzare le frequenze che si sono prestabilite. Si deve prestare molta attenzione in questo, considerando che queste spire sono critiche, in quanto dipendono dalla capacità parassita del circuito e dalla variazione del diametro di ciascuna bobina. Per una determinata banda, è stato necessario, in un montaggio sperimentale, installare una bobina di 4 spire; mentre per un altro montaggio dello stesso circuito, è stata necessaria una bobina di sole 3 spire.

Per ricevere bande diverse, è conveniente costruire una serie di bobine partendo da 6 spire fino a bobine di 1 o 2 spire, quest'ultima essendo indispensabile per la ricezione di trasmittenti aeronautiche.

Si devono determinare in pratica e segnare le bobine adatte alla MF, alla polizia del traffico, etc.

Nel seguito vengono forniti i dati, che abbiamo riscontrato più convenienti per il montaggio descritto. Come si è indicato precedentemente, essi sono suscettibili di modifiche, in accordo con il

risultato pratico ottenuto.

— Frequenza per la polizia del traffico:
bobina di 6 spire di filo smaltato di rame di 1 mm ; diametro interno della bobina 10 mm ; lunghezza di circa 20 mm.

— Frequenza per la banda MF:
bobina di 4 spire di filo di rame di 1 mm ; diametro interno della bobina 10 mm ; lunghezza di circa 20 mm.

— Suono di TV:
bobina di 5 spire di filo di rame di 1 mm ; diametro interno della bobina 10 mm ; lunghezza di circa 20 mm.

— Aviazione civile:
bobina di circa 2 spire di filo di rame di 1 mm.; diametro interno della bobina 12 mm ; lunghezza di circa 20 mm.

Si tenga presente che variando il diametro della bobina, sia aumentandolo, sia diminuendolo, si varia notevolmente la sintonia, perciò è conveniente, quando si monta una nuova bobina, controllare la sintonia con il condensatore variabile allo scopo di determinare il risultato.

Si raccomanda in particolare di saldare la bobina direttamente ai terminali del condensatore variabile (corrispondenti alla parte mobile e a quella fissa), senza dimenticare che il collegamento tra il transistore e il condensatore di antenna si deve fare nel medesimo punto nel quale si collega la bobina. Il condensatore C6, che è connesso da una parte alla bobina e dall'altra al primario del trasformatore di accoppiamento, deve essere saldato direttamente al terminale al quale si collega la bobina.

Se il ricevitore presentasse inconvenienti all'effetto di mano, cioè se portando la mano al comando di sintonia si produce una dissintonia della stazione ricevuta, è perché non si è collegata la parte fissa (statore) del condensatore variabile C2 al collettore. Questo inconveniente può essere eliminato invertendo la connessione del variabile in modo che la parte mobile (rotore) sia collegata a Tr1.

La bobina di arresto RF, JAF1, è un altro componente che uno deve costruirsi da sé. Per essa, sopra una resistenza di 1 W, di valore superiore a 5 MΩ, che servirà da supporto, si avvolgeranno 40 spire di filo di rame smaltato di 0,2 o 0,25 mm. di diametro. Una volta saldati i terminali della bobina a quelli corrispondenti della resistenza, si disporrà di una bobina di arresto necessaria per il funzionamento in superreazione.

Quanto all'antenna, posto che la sensibilità del ricevitore è elevata, può ridursi ad uno spezzone di filo lungo solo 1 m., ma si deve tuttavia fare prove con antenne di maggior lunghezza.

Per alimentare il ricevitore è sufficiente una pila di 9 V, del tipo impiegato comunemente nei ricevitori a transistori.

Messa a punto

Come in tutti i ricevitori, per ottenere il massimo rendimento è necessario, una volta ultimato il montaggio, effettuare la messa a punto. Il fatto che la bobina sia critica rende interessante la prova del funzionamento del ricevitore. Il primo obiettivo della messa a punto è il controllare che la superreazione funzioni, dato che è l'elemento indispensabile per poter ricevere le diverse trasmissioni.

Applicata l'alimentazione al ricevitore e messo al massimo il controllo di volume, girando R2 si deve trovare una posizione in cui si senta un rumore particolare, simile a quello prodotto da una cascata di acqua o a quello che producono i pesci, per esempio, quando friggono in una padella.

Il valore del condensatore C3 è di 6,8 pF e si può aumentare, al massimo, fino a 10 pF.

Controllato che la superreazione funzioni soddisfacentemente, il miglior procedimento per captare le stazioni è quello di regolare il potenziometro della superreazione al limite dell'interruzione. Dopo aver provato le varie bobine, si deve inserire quella che permette di ricevere alcune stazioni a MF. Ciò non presenta alcuna difficoltà, poiché le stazioni MF trasmettono durante tutto il giorno, come in onde medie. Una volta che si sia ricevuta la trasmittente, si stabilirà se lo stadio AF necessiti di qualche particolare attenzione; a volte, è necessario collegare un condensatore di 47 pF fra la base di Tr2 e massa.

Come raccomandazione finale, possiamo suggerire la convenienza di dotare il transistore Tr3 di una piastrina di alluminio o di altro metallo, per refrigerazione.

CAPITOLO IV

RIVELATORE DI RETI ELETTRICHE SEGRETE

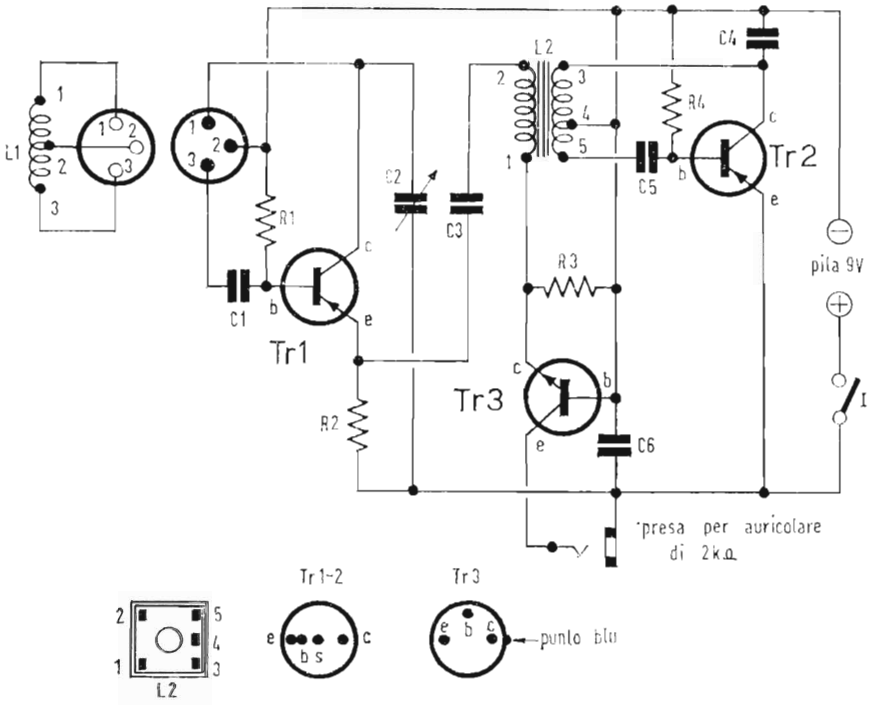
Il dispositivo che si descrive in questo capitolo, un rivelatore di metalli equipaggiato con una bobina a quadro, permette di scoprire la presenza di linee elettriche clandestine, incassate in parete, o semplicemente dissimulate dietro una modanatura, come, per esempio, il cavo di un microfono nascosto o altro sistema di vigilanza, che si desidera scoprire.

E' inoltre utile provvedersi di un apparecchio, che possa rivelare la presenza di conduttori o altri elementi metallici nelle pareti, per cui si è pensato immediatamente allo schema classico del rivelatore di metalli: un oscillatore, che lavora a frequenza fissa, un altro la cui bobina è posta all'esterno, funzionante da sonda esploratrice (di modo che l'induttanza varia per effetto degli elementi metallici più o meno vicini) e, infine, un mescolatore-amplificatore, che invia agli auricolari il segnale di battimento dei due oscillatori. In questo modo, la presenza del metallo viene rivelata dalla variazione di tono del segnale udito in cuffia.

Ma, per l'applicazione principale che interessa a noi, il rivelatore di metalli deve possedere una caratteristica speciale: ammesso che non interessa che la portata sia grande (cioè che l'apparecchio sia sensibile agli oggetti metallici molto distanti dalla bobina esploratrice), dato che i conduttori o i fili non saranno mai molto sprofondati nel muro, si deve avere, per contro, una precisione elevata, ossia che lo strumento deve indicare il tracciato con un errore di un centimetro al massimo.

Schema elettrico

Conformemente alla premessa qui sopra stabilita, si è studiato e costruito il circuito rappresentato in figura 4.1. Come si vede, si impiegano tre transistori: due di tipo PNP e uno NPN. Tr1 funziona come oscillatore variabile, Tr2 come oscillatore fisso e Tr3 come amplificatore del segnale risultante dalla composizione dei primi due segnali.



Fig« 4.1 - *Schema elettrico del Rivelatore di reti elettrice segrete.*

Fig. 4.1 - Componenti: R1 = 68 kΩ; R2 = **330 Ω; R3** = 2,2 kΩ; R4 = 0,1 MΩ (tutte le resistenze sono da 1/2 W, 10%); **C1 = C4** = 680 pF ceramico a disco; C2 = 365 pF variabile miniatura; C3 = 10 nF ceramico a disco; C5 = 560 pF ceramico a disco; C6 = 47 nF poliestere tipo a piastrina; Tr1 = Tr2 = transistori PNP per RF tipo AF114 (AF116); Tr3 = transistore NPN per BF tipo AC187 (AC127); L1 (vedi testo); L2 = bobina oscillatrice per OM di ricevitori a transistori; I = interruttore miniatura a levetta; 1 pila 9 V miniatura; 1 cassetta metallica di 110 x 84 x 55 mm. circa; 1 piastra di bachelite o di Pertinax forata; un connettore maschio e femmina tripolare rotondo; 1 presa per auricolari; casco con auricolari di 2 kΩ.

La bobina esploratrice a quadro L1 e il condensatore variabile C2 costituiscono il circuito oscillatorio variabile. Il segnale RF si trova presente sull'emettitore di Tr1, poi viene trasferito all'avvolgimento 1-2 della bobina L2, attraverso C3. Il transistore Tr2 costituisce il secondo oscillatore, quello a frequenza fissa.

Anzitutto, per comprendere il funzionamento dell'apparecchio, è necessario ricordare che se avviciniamo ad una bobina di alta frequenza, che forma parte di un circuito oscillatorio, qualunque oggetto metallico, si farà variare la frequenza di accordo del circuito; vale a dire che, ammesso che il nostro oscillatore variabile, ossia quello contenente la bobina esploratrice, sia sintonizzato originariamente a 750.000 Hz, se avviciniamo la bobina ad un oggetto metallico, la frequenza varierà secondo la distanza, raggiungendo 720.000 Hz, per esempio.

Con questo si può cominciare a comprendere il funzionamento dell'apparecchio: qualunque oggetto metallico, che si trova in prossimità della nostra bobina a quadro farà variare la frequenza dell'oscillatore.

Senza dubbio, tutti sanno che una frequenza di questo tipo non si può riprodurre in cuffia, né può essere udita in alcun modo dall'orecchio umano. Chi conosce anche superficialmente la radio, sa che un segnale RF non risulta udibile in auricolare, per cui è necessario renderla adatta ad azionarlo. A questo punto interviene il secondo oscillatore, a frequenza fissa .

Questo oscillatore genera un segnale RF, che circola nell'avvolgimento 3-4-5 di L2 ed è trasferito per induzione all'avvolgimento 1-2 della stessa bobina. In questo avvolgimento 1-2 sono presenti i segnali RF provenienti dall'oscillatore variabile e da quello fisso.

Presi separatamente, questi due segnali hanno frequenze che superano notevolmente quelle udibili. Come si può, allora, ascoltare tali suoni in cuffia? E come nell'avvolgimento 1-2 di L2 i segnali si mescolano tra loro?

Esaminiamo un caso analogo, che deve essere abbastanza familiare a quanti s'interessano di radio e che può aiutare a meglio comprendere il fenomeno della miscelazione avente come risultato un suono di frequenza udibile. In un ricevitore supereterodina, ci sono due segnali RF (uno captato dall'antenna e l'altro generato dall'oscillatore locale), che vengono mescolati in modo da ottenere un terzo segnale, la cui frequenza non è uguale a nessuna delle prime due e che assume un valore particolare; tale segnale risultante è noto come FI (frequenza intermedia).

Supponiamo di avere due segnali, le frequenze dei quali siano

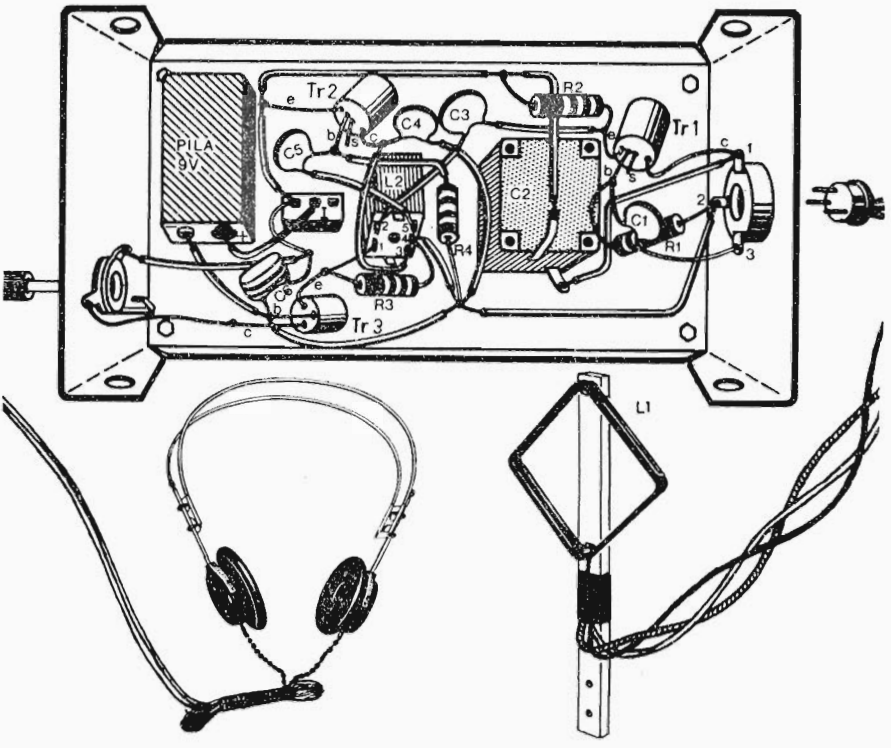


Fig. 4.2 - Schema pratico di montaggio del rivelatore di metalli con bobina a quadro. L2 è una comune bobina oscillatrice di OM per ricevitori a transistori.

rispettivamente 700 kHz e 500 kHz. Mescolandoli opportunamente è possibile ricavare un segnale di frequenza 700 — 500 = 200 kHz.

Il nostro rivelatore di metalli si basa su di un principio analogo; si capisce ora che se nel nostro apparecchio regoliamo i due oscillatori alla medesima frequenza, per esempio 700 kHz, nella cuffia non sentiremo assolutamente nulla. Però, se la frequenza dell'oscillatore variabile passa, per esempio, a 700.300 Hz (= 700,3 kHz), tra i due segnali si verifica un'interferenza nota con il nome di « battimento ». Si otterrà allora un segnale di 700.300 — 700.000 = 300 Hz, che è una frequenza bassa della gamma udibile. Così, pertanto, partendo da due segnali RF, possiamo ottenere un segnale di bassa frequenza, se originariamente i due oscillatori erano accordati quasi alla stessa frequenza.

Il transistore Tr3 estrae dall'avvolgimento 1-2 di L2 il segnale risultante e lo amplifica in modo da trasformarlo in un segnale udibile in una cuffia, ogni volta che la bobina a quadro L1 resta influenzata da un oggetto metallico.

Costruzione

Come si sarà compreso già dalla descrizione dello schema elettrico e per il principio di funzionamento, dobbiamo fare in modo che, una volta ultimata la costruzione, il nostro rivelatore sia provvisto di due circuiti capaci di oscillare alla medesima frequenza. Assume, allora, grande importanza la scelta delle due bobine.

Per non addentrarci in difficoltà superflue, d'altronde superabili, acquisteremo sul mercato della radio una bobina oscillatrice di un qualsiasi radioricevitore supereterodina a transistori. Questa bobina, indipendentemente dalla marca e dall'apparecchio, dispone di un avvolgimento primario e di un avvolgimento secondario, per cui si potrà usarla per la costruzione di questo dispositivo, senza apportarle alcuna modifica. Invece la bobina a quadro L1 deve essere autocostruita, perché è impossibile trovarla sul mercato con le caratteristiche elettriche richieste dallo schema e perché è necessario costruirla di forma quadrata, come si vede nelle figure 4.2 e 4.3.

A questo scopo, si preparerà un supporto a croce di legno, fissando quattro chiodi nei vertici, formando un quadrato di 55 mm di lato; si avvolgeranno 45 spire di filo di rame smaltato di 0,25 mm di diametro, prevedendo un'uscita di 5 ÷ 10 cm. di lunghezza per la presa centrale, quindi si avvolgeranno altre 10 spire. I due fili costituenti l'uscita della presa verranno intrecciati e la loro estremità verrà liberata del ricoprimento di smalto per permettere la saldatura del filo al terminale di collegamento. In seguito, si impregnerà tutta la bobina con una colla adeguata, il che raggiungerà lo scopo di non ridurre il fattore di merito (o Q), lasciandola poi essiccare. Quando si sarà essiccata, si collocherà sopra il supporto, attaccandola con un collante e utilizzando inoltre due chiodi. Questo supporto può essere un'asta di plastica o di legno di 15 cm di lunghezza, come è indicato in figura 4.3.

Si salderanno poi le tre uscite di filo ai terminali della bobina da un lato e ai piedini del maschio del connettore dall'altro lato.

Si tenga presente che il filo proveniente dalla presa intermedia (il numero 2 della figura 4.3), deve andare al negativo della pila, mentre quello proveniente dall'estremità di 45 spire (numero 1) deve essere collegato al collettore di Tr1. Quello corrispondente

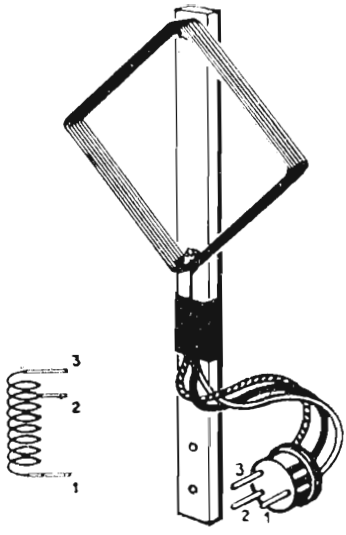


Fig. 4.3 - La bobina esploratrice si costruisce avvolgendo, sopra un supporto a croce, 45 spire di filo di rame smaltato di 0,25 mm. di diametro. La presa numero 2 deve essere fatta alla 10ª spira prima dell'estremo superiore e collegata, come si vede nella figura 4.1, al polo negativo della pila.

all'estremità delle 10 spire (numero 3) deve essere collegato al condensatore C1. Se si vuole fare economia, si possono eliminare tanto le prese quanto il connettore ed effettuare una connessione fissa.

Il condensatore variabile C2 è del tipo miniatura per transistori, di facile ritrovamento sul mercato.

Regolazione

Il buon funzionamento e la sensibilità di questo rivelatore di metalli sono strettamente legati ad un unico fattore: i due circuiti oscillatori devono essere accordati alla medesima frequenza.

Supponiamo che non tutti i lettori siano provvisti di un ondametro per falla di griglia o di un misuratore di campo, perciò descriveremo il sistema più idoneo a conseguire l'esito di questa verifica fondamentale.

Una volta che il rivelatore sia in funzione, si colleghi la bobina a quadro e si avvicini un apparecchio radio (s'intende che anche questo sia in funzione), sintonizzato in un punto della gamma onde medie senza trasmittenti; si regoli la sintonia fino a udire nell'alto-

parlante un fischio (o sibilo); si provi a eliminarlo mediante l'interruttore I del rivelatore e se il fischio scompare, possiamo stare sicuri che l'oscillatore fisso (quello relativo a Tr2) è sintonizzato in quel determinato punto delle onde medie. Ora non resta altro che portare allo stesso valore la frequenza dell'oscillatore variabile (Tr1); per far ciò, dobbiamo dissaldare il terminale dell'emettitore di Tr2 dalla massa, in modo da eliminare il primo oscillatore già provato. Si giri il condensatore variabile C2 fino a udire il soffio nell'altoparlante del ricevitore, il cui comando di sintonia sta collocato nella posizione trovata in precedenza. Se si desse il caso in cui non si trovasse il punto desiderato, si dovrà modificare il numero di spire della bobina L1: si aumenterà se si avvicina al punto in questione con il variabile chiuso, mentre si diminuirà nel caso contrario. Segneremo sulla scala di C2 un contrassegno che corrisponda alla sintonia della frequenza e si ritornerà a collegare a massa l'emettitore di Tr2, prima di passare all'ultima fase della regolazione, che è quella di precisione.

Per ottenerla è necessario applicare l'auricolare, mettere in funzione l'apparecchio e, se tutto è in ordine, si sentirà un fischio nell'auricolare, il che significa che i due oscillatori sono accordati quasi alla stessa frequenza. Se ciò non avvenisse, prima di passare ad altre cose, sarebbe necessario modificare le spire di L1 fino a trovare sperimentalmente il numero (di spire), che permetta di ottenere la situazione indicata.

Ammesso che si senta il fischio nell'auricolare, si giri lentamente il variabile C2 nel senso che renda più grave (cioè di tono più basso) il fischio, fino che questo sia praticamente scomparso. Avvertiamo i lettori che la posizione più corretta è quella che si ottiene quando sparisce il suono dopo aver trovato il suo punto di tonalità molto bassa. Diciamo questo, perché la scomparsa del fischio si può ottenere anche girando C2 in senso opposto; indubbiamente, questa operazione non ha alcun interesse per noi. Secondo la posizione trovata, si potrà portare a compimento la prossima prova. Si giri leggermente C2 nello stesso senso, che si è adottato per individuare il punto di silenzio (battimento zero); se il fischio riappare con una tonalità molto bassa, si può star sicuri che la posizione precedente era veramente quella giusta.

Si capisce facilmente che la posizione di silenzio corrisponde al fatto che le frequenze dei due oscillatori sono identiche. Se si ricorda l'analogia precedente, si osserverà che mescolando opportunamente due segnali di identica frequenza, si otterrà il completo annullamento del suono.

Quando raggiungiamo questa posizione di equilibrio potremo

concludere che l'operazione di regolazione è terminata e che il dispositivo è a punto.

Sebbene la spiegazione possa sembrare complicata, la messa a punto dell'apparecchio è molto semplice in pratica.

Una volta che l'apparecchio sia messo a punto, si avvicinerà alla parete la bobina a quadro L1, afferrandola per il manico. Se ci si trova in prossimità di un filo elettrico o di un tubo, si avverte un fischio nell'auricolare, dapprima di tonalità bassa e poi più alta, a misura che ci si avvicina all'ubicazione precisa dell'oggetto o conduttore metallico.

E' poi facile capire che seguendo le indicazioni del fischio, si può tracciare sulla parete, con una matita, tutto il tratto che interessa, con la immaginabile soddisfazione, sicurezza e rapidità di chi debba seguire una installazione di ascolto clandestina, che lo porterà fino al locale dove la spia riceve le conversazioni che avvengono nell'abitazione in cui si è scoperto il microfono.

CAPITOLO V

RIVELAZIONE DI LINEE SEGRETE MEDIANTE RADIO A TRANSISTORI

Questo dispositivo è un modello di rivelatore di linee elettriche clandestine, dispositivo che si distingue da quello precedente per la sua grande semplicità di costruzione e messa a punto, sebbene richieda il concorso di un ricevitore portatile a transistori. Altra caratteristica peculiare è la sua « selettività ». Non rivela qualunque conduttura metallica incassata nella parete, ma solo quella che interessa, entro certi limiti, per cui è un efficace complemento dell'apparecchio descritto nel capitolo precedente, come si dimostrerà più avanti.

Il suo aspetto esterno è simile a quello di una cassetta di plastica di piccole dimensioni, equipaggiata con banane fisse da introdurre in una presa di rete, e con un filo di collegamento. Con la sua accensione, la lampadina spia indica che la sonda sta funzionando quando le banane sono entro la presa di tensione di rete.

Il suo impiego è elementare; certamente è necessario disporre pure di un apparecchio radio a transistori portatile. Inserendola nella rete di alimentazione, la sonda induce automaticamente in tutti i cavi collegati elettricamente alla presa un segnale a radiofrequenza fissa, in OM (onde medie), per cui i conduttori medesimi funzionano da antenna emittente. Con il ricevitore sintonizzato su tale frequenza, il segnale può essere captato e rivelato da questo. Rimane quasi insensibile al segnale finché lo si porta ad una distanza minore di 30 o 40 cm all'incirca, dai conduttori dell'installazione ricercata; diminuendo la distanza, il segnale aumenta d'intensità, per cui se i conduttori sono entro un tubo, si può rivelare la

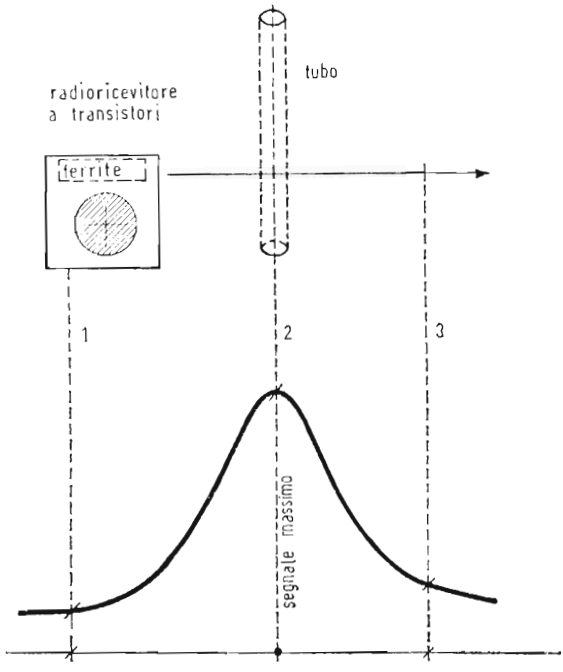


Fig. 5.1 - Rilievo del massimo del segnale, indicante la presenza di una conduttura metallica (tubo in questo caso).

posizione esatta di questo, considerando l'intensità del segnale.

La figura 5.1 mostra come si procede in pratica: con la sonda inserita nella presa di alimentazione, portando il ricevitore in prossimità della parete, si trova un punto in cui il segnale è massimo, indizio che lì si trova il tubo. In tale figura si sono rappresentate tre posizioni del radioricevitore e le corrispondenti intensità del segnale.

Il funzionamento è del tutto identico sia nel caso in cui si tratti di tubi metallici di condutture idrauliche, sia nel caso di impianti elettrici; solo che nel primo caso è necessario prelevare il segnale della sonda al suo terminale di uscita e applicarlo per mezzo di un semplice collegamento a pinza di coccodrillo alla presa metallica, come indica la figura 5.2. Nel caso in cui si tratti di tubi per impianti elettrici schermati, la mascella di coccodrillo si collegherà allo schermo.

Il funzionamento della sonda si riduce a quello di un semplice

oscillatore Hartley (v. fig. 5.3). Infatti, prescindendo dall'alimentazione, il transistore Tr1, la cui polarizzazione di base è determinata da R1, oscilla alla frequenza determinata da C2 e B1, mentre C1 stabilisce la reazione. Indubbiamente, il segnale generato dall'oscillatore sarebbe un soffio, che non sarebbe utile allo scopo di seguirlo per indagine, per cui è necessario trasformarlo in un segnale caratteristico, alimentando il circuito in corrente alternata, anziché in continua. In tal modo, il segnale risulta composto dal soffio e dalle fluttuazioni della corrente alternata (50 Hz), che, ricevute nel ricevitore, danno l'impressione del rumore prodotto da una motocicletta. La resistenza R2 dà luogo ad una caduta di tensione di circa 217 Volt, per cui la tensione applicata al circuito è di circa 3 Volt. Il segnale presente al collettore di Tr1 viene applicato alla rete mediante C3; C4 preleva il segnale al terminale di uscita.

La costruzione pratica non presenta difficoltà: il montaggio dei componenti si può fare sopra un tronco di piastra Uniprint, il cui disegno è riportato in figura 5.4, vista dalla parte delle piste di rame.

In figura 5.5 si vede la piastra di montaggio vista dal lato dei componenti. I piedini della presa di alimentazione si montano direttamente sopra la cassettina, che non deve essere metallica, dopo aver praticato i fori alla distanza necessaria (passo luce).

La resistenza R2 di 82 kΩ va bene quando la tensione di rete

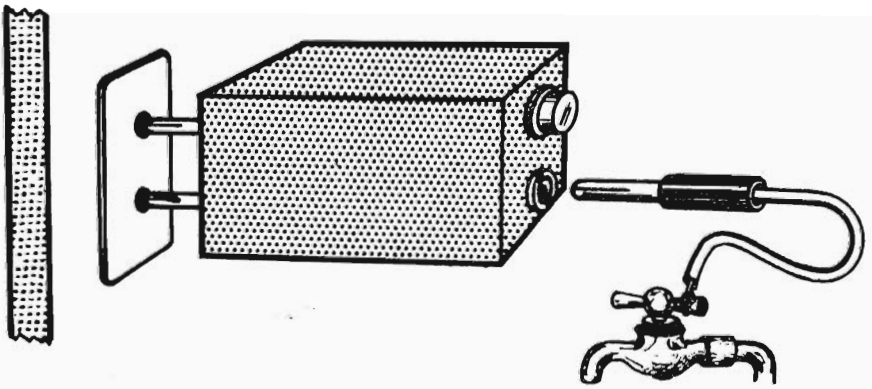


Fig. 5.2 - Applicazione del segnale della sonda ad un rubinetto per la ricerca di condutture idrauliche sotterranee o incassate entro muri.

è 220 V; ma per valori diversi di detta tensione, R2 deve assumere i seguenti valori:

— 110 V; 30 kΩ, 2 W, 10%

— 127 V; 47 kΩ, 2 W, 10%

— 160 V; 68 kΩ, 2 W, 10%.

Dopo aver portato a termine i collegamenti e introdotta la sonda nella presa di rete, per la taratura basta avvicinare di circa 20 ÷ 30 cm il radioricevitore sintonizzato approssimativamente a

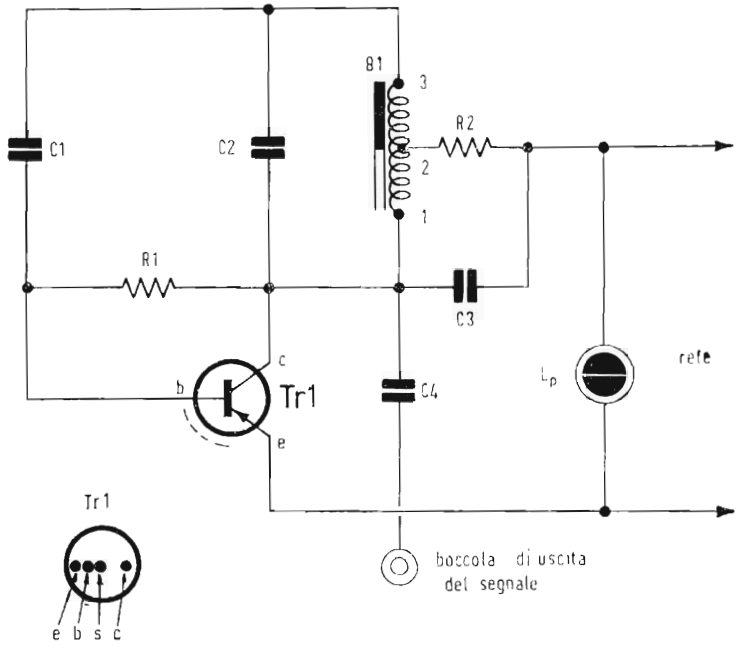


Fig. 5.3 - *Schema elettrico del rivelatore di linee con radioricevitore.*

Fig. 5.3 - Componenti: R1 = 0,22 MΩ, 1/2 W, 10%; R2 = 82 kΩ, 2 W, 10% (rete 220 V; per tensioni diverse di 220 V, vedi testo); C1 = 1 nF ceramico a disco; C2 = 470 pF stiroflex; C3 = C4 = 180 pF ceramico tubolare; Tr1 = transistore PNP per RF tipo AF115 (AF125); B1 = bobina di sintonia, 40 spire di filo di rame smaltato di 0,15 mm. di diametro, con presa centrale, avvolte sopra un supporto di bachelite di 8 mm. di diametro, con nucleo filettato; Lp = lampadina al neon con resistenza, tipo indicatore (occhio di bue) per 220 V; 1 piastra Uniprint tipo 10, dalla quale si taglia un pezzo di circa 30 x 58 mm.; 1 cassetta di plastica; 3 banane; una boccola per banana.

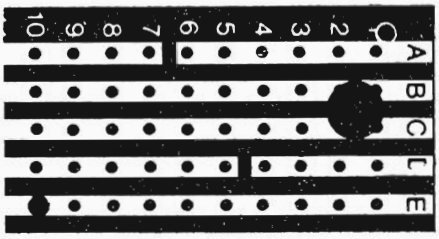


Fig. 5.4 - Frammento di una piastra Uniprint tipo 10, visto dalla parte delle piste di rame. In questo frammento si devono praticare gli intagli e i fori indicati.

1,5 kHz, girando lentamente il nucleo di B1 fino a percepire il segnale caratteristico.

Si è scelta la frequenza 1,5 kHz, disponibile in tutti i radioricevitori di onde medie, perché è quella che presenta il maggior potere di penetrazione attraverso gli ostacoli (terra, rocce, etc.).

La precisione con la quale si localizza l'installazione clandestina è tanto maggiore quanto più corti sono l'antenna di ferrite ed il relativo avvolgimento nel ricevitore e, quindi, quanto più piccolo è questo.

Le prestazioni di questo minuscolo apparecchio sono veramente soddisfacenti: basta introdurre la sonda in una presa di rete e si può scoprire il percorso dell'impianto elettrico di tutto il locale, con il vantaggio che si può distinguere questa installazione da un'altra (acqua, per esempio), che, all'occasione, può essere prossima e parallela alla prima in alcuni tratti. Se si usa un semplice rivelatore di metalli, nel punto in cui due condutture si separano, non si può capire quale delle due cambia direzione. Invece questo apparecchio rivela solo il percorso metallico al quale si è applicato l'oscillatore. Utilizzando questo dispositivo unitamente ad un rivelatore di metalli, si può seguire un'installazione di microfoni, distinguendola da una conduttura elettrica. Il rivelatore di metalli segnala le due linee, senza distinguere l'una dall'altra; questa sonda segnala solo l'installazione elettrica, il che permette di escludere le diramazioni di questa, che potrebbero indurre in errore, e di seguire solo la linea microfonica con il rivelatore di metalli.

Nelle prove preliminari di questo dispositivo, si è seguito per

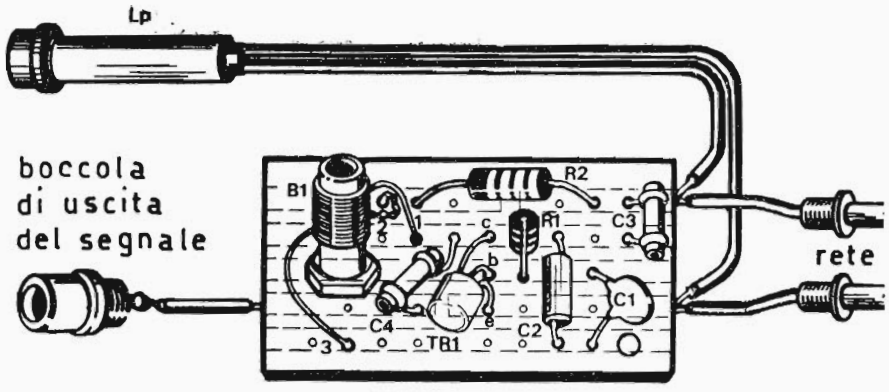


Fig. 5.5 - Aspetto del montaggio sopra un pezzo di piastra Uniprint.

varie dozzine di metri il tubo delle condutture di un impianto elettrico incassato in una parete, ottenendo un risultato soddisfacente.

CAPITOLO VI

FOTOAUTOMATISMI DI FACILE COSTRUZIONE NELL'OPERAZIONE ANTISPIE

La lotta contro lo spionaggio non disdegna di approfittare delle proprietà caratteristiche dei fotoautomatismi, in particolare della loro versatilità, che è limitata solo dalla genialità del suo utilizzatore.

In questo capitolo presentiamo alcuni semplici fotoautomatismi con fotoresistenze, che possiedono un'elevata sensibilità con tensioni relativamente basse, per cui è facile costruire dispositivi di uso pratico e prestigioso, con l'ausilio di transistori.

Secondo il tipo di circuito adottato, il dispositivo può rispondere ad un certo livello di illuminazione, o all'oscurità. Nel primo caso può scoprire la presenza di un intruso rivelando la luce, che questo sfrutta per orientarsi nel suo « lavoro ». Se risponde all'oscurità, reagirà quando qualcosa, o qualcuno interrompa una « barriera ottica », che protegge un'abitazione, un archivio, una cassaforte, etc.

Fotoautomatismo che s'innesca con pochissima luce

Questo circuito può servire in casi nei quali si desidera ricavare un segnale di allarme appena si accenda una luce in un determinato locale.

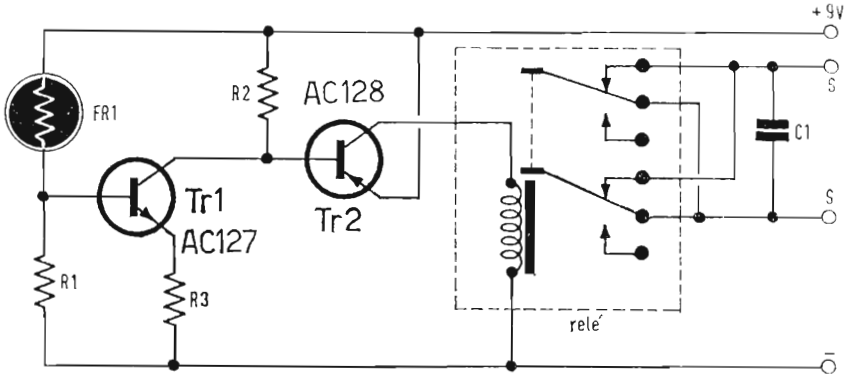


Fig. 6.1 - *Schema elettrico del fotoautomatismo*

Fig. 6.1 - Componenti: R1 = R3 = 2,7 kΩ; R2 = 470 Ω; FR1 = fotoresistenza LDR-03; Tr1 = transistore AC127; Tr2 = transistore AC128; 1 relé di 280 ÷ 300 Ω, 9 V; C1 = condensatore piano di poliestere, di 470 nF; alimentazione 9 V c.c.

Lo schema elettrico, presentato in figura 6.1, presenta l'impiego di due transistori: un NPN al germanio (Tr1) e un PNP pure al germanio (Tr2). Per Tr1 si può impiegare un qualsiasi transistore di bassa frequenza, come, per esempio, l'AC127, o equivalente; per Tr2 si possono usare l'AC128, o l'OC74, o simili transistori PNP finali di bassa frequenza. Il relé deve avere una resistenza di 200 ÷ 300 ohm.

La corrente di collettore dei transistori dipende dal fatto che la fotoresistenza venga o no raggiunta dalla luce. Si considerino i seguenti dati:

— Tr1 con luce, da 2 a 3 mA; senza luce, o mA;

— Tr2 con luce, da 20 a 35 mA; senza luce, o mA;

(essendo Tr1 un AC127 e Tr2 un AC128).

Come si vede nella figura 6.1, il relé effettua una doppia commutazione, per cui abbiamo creduto opportuno connettere in parallelo i due inversori, ottenendo così la possibilità di poter applicare direttamente al relé una tensione di circa 250 V, 2 A.

Questo automatismo è notevolmente sensibile, tanto che può entrare in funzione con la semplice fiamma di un accendino, o per

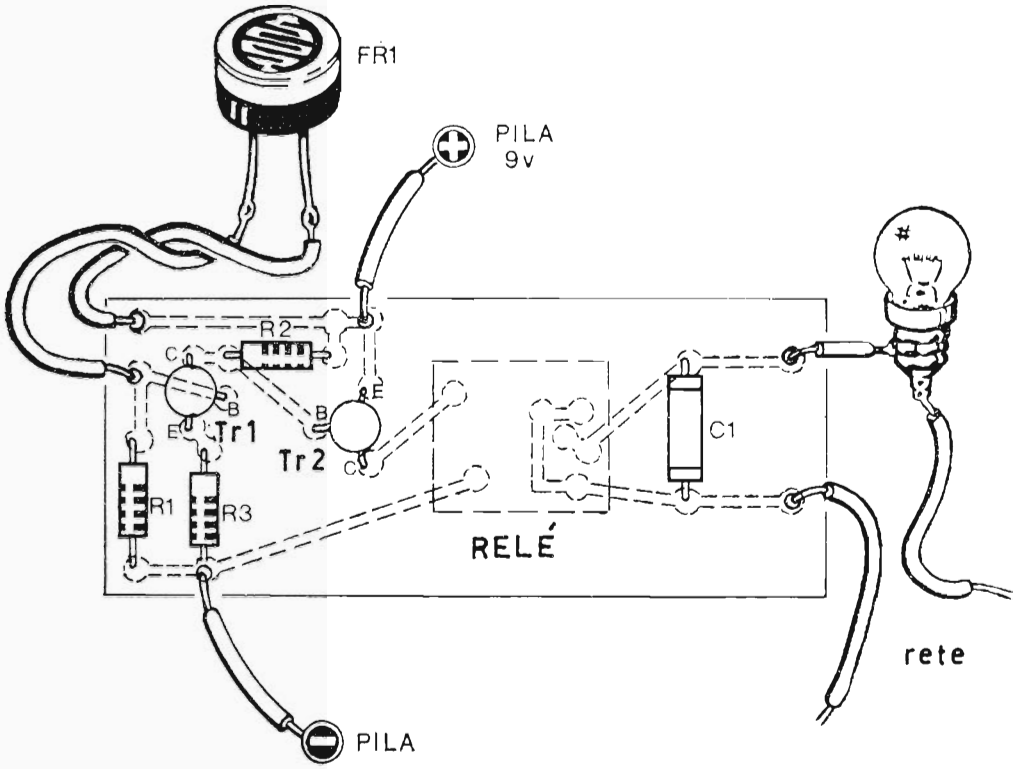


Fig. 6.2 - Costruzione pratica del circuito. Il disegno rappresenta il lato dei componenti. Fra i due terminali estremi del relé (dai quali si faranno uscire i fili per accendere una lampadina o per azionare un motorino) è necessario inserire un condensatore di 0,47 μF, 250 V, per evitare il logorio dei contatti del relé.

una debolissima illuminazione. La costruzione pratica di questo dispositivo è visibile in figura 6.2.

Fotoautomatismo che si innesca in assenza di luce

Costituisce l'elemento sensibile di tutta la « barriera ottica ». Questo tipo di protezione consiste in un tenue raggio di luce, praticamente impercettibile, che incide normalmente sulla fotocellula del dispositivo. Quando un corpo opaco incrocia la « barriera », interrompe il raggio di luce ed il circuito dà un segnale di allarme.

Queste protezioni servono tanto per un edificio completo, quanto per un solo appartamento, un armadio, un archivio, etc. E' facile dissimulare la sua presenza, poiché il raggio luminoso si percepisce difficilmente. In casi estremi, si può collocare davanti all'emissore di luce un filtro rosso, colore al quale l'occhio umano è poco sensibile.

Nello schema di figura 6.4 sono pure impiegati due transistori: un NPN (Tr1) al germanio (AC127) e un PNP (Tr2) pure al germanio (AC127, o OC74). Il relé deve avere una resistenza di 280 ÷ 300 ohm. Inoltre, bisogna includere un regolatore di sensibilità, agendo sul quale si potrà regolare l'intensità della luce che lo faccia fungere.

Costruzione pratica dei dispositivi

Il montaggio pratico dei vari schemi può essere fatto agevolmente su circuito stampato. E' necessario forare le piastre nei pun-

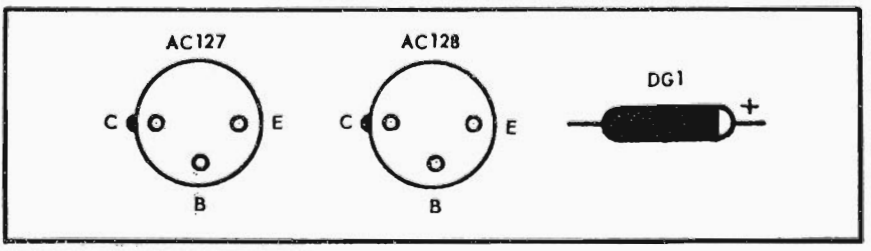


Fig. 6.3 - Posizione dei terminali dei transistori e del diodo impiegati nei dispositivi descritti nel presente capitolo.

ti dove si devono saldare i vari componenti, usando punte di dimensioni identiche a quelle dei terminali dei medesimi. Si consiglia di applicare una leggera copertura di antiossidante ai terminali dei componenti, al fine di eliminare qualunque traccia di ossido, che provocherebbe falsi contatti.

D'altra parte, è necessario depositare un leggero strato di stagno sul circuito stampato, dietro i fori attraverso i quali passeranno i terminali, per ottenere una saldatura perfetta.

La fotoresistenza, come è indicato nei disegni, è provvista di due terminali; dato che nessuno di questi ha una polarità, si possono applicare al circuito senza preoccupazione. Non è così, invece, per il diodo e i transistori, occorrendo qui un'attenzione particolare.

Per facilitare il lavoro, nella figura 6.3 si è indicata la polarità dei terminali E, B, C dei diversi transistori impiegati, visti dalla loro parte di sopra.

Per l'alimentazione di ciascuno dei dispositivi descritti, si possono usare indifferentemente pile di 9 V o di 4,5 V, tenendo presente che indubbiamente in quest'ultimo caso la sensibilità sarà assai ridotta. Dato che questi apparecchi sono destinati a funzionare giorno e notte, bisogna mantenere il loro consumo di cor-

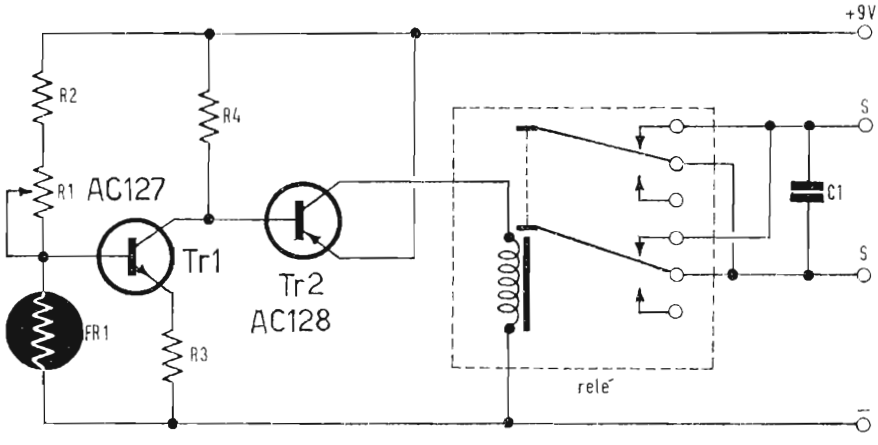


Fig. 6.4 - *Schema elettrico del fotoautomatismo innescante senza luce.*

Fig. 6.4 - Componenti: R1 = potenziometro regolabile di 0,25 MΩ; R2 = 0,1 MΩ; R3 = 2,7 kΩ; R4 = 470 Ω; Tr1 = transistore AC127; Tr2 = transistore AC128; 1 relè di 280 ÷ 300 Ω, 9 V c.c.; C1 = condensatore piano di poliestere di 470 nF.

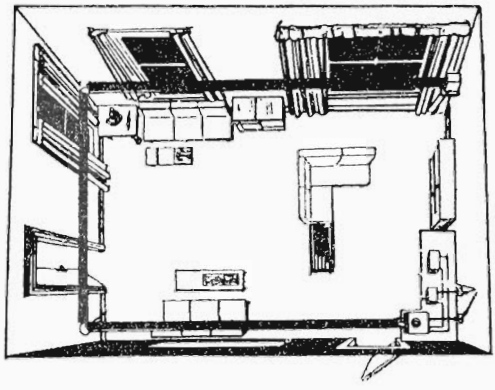


Fig. 6.5 - Impiegando il dispositivo della figura 6.4 come antifurto, è necessario concentrare il raggio luminoso con una lente, in modo che, anche facendole percorrere un cammino più lungo, la luce raggiunge la fotoresistenza, concentrata in una piccola area. Si potrà pure aumentare la sensibilità della fotoresistenza, applicando davanti ad essa una lente che concentri il raggio in un diametro di 1 cm. Per riflettere il fascetto luminoso da una parete all'altra, si usano specchi disposti a 45°.

rente entro limiti bassi. Con una sola pila si potrà mantenere in funzione il fotoautomatismo per mesi interi. E' anche possibile alimentare questi dispositivi con un piccolo alimentatore di rete, che fornisca 9 V.

Altri consigli

Se si vuole aumentare la sensibilità, si può collocare la fotoresistenza entro un tubo di cartone o di ferro verniciato internamente di nero, per evitare riflessioni, dotato di una lente, che concentra il raggio di luce sopra la superficie sensibile della fotoresistenza. A tale scopo può servire una piccola lente di una vecchia macchina fotografica o anche le lenti di occhiali di 4 o 5 diottrie; certamente, in quest'ultimo caso, si dovrà aumentare notevolmente la lunghezza del tubo, per ottenere una perfetta messa a fuoco.

Nei sistemi di antifurto, la lampadina di illuminazione, ossia quella che fornisce il raggio di luce, può essere una comune lampadina di automobile di 12 V o 6 V, provvista di una lente, che concentri la luce in un fascio luminoso di pochi centimetri di diametro;

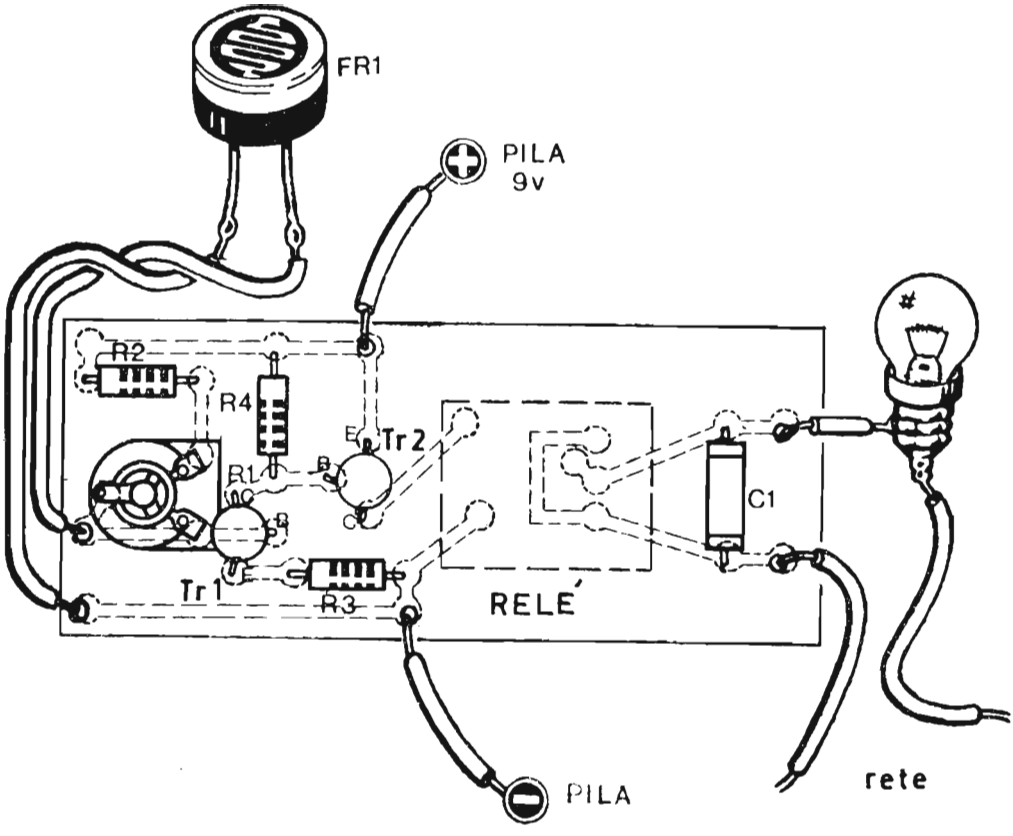


Fig. 6.6 - Costruzione pratica del dispositivo il cui schema elettrico è indicato in figura 6.4. Anche in esso si è incluso il condensatore di 0,47 μF in parallelo ai contatti del relé. La lampadina disposta all'uscita del relé è stata disegnata per far capire ai lettori come si deve applicare il dispositivo di segnalazione, per quanto, in realtà, questo sarà costituito normalmente non da una lampadina, ma piuttosto da un campanello di allarme o un relé di maggior potenza capace di azionare un motorino, una sirena, o qualunque altro dispositivo comandato elettricamente.

solo così si potrà far percorrere alla luce una distanza appropriata, applicando alle pareti un sistema di specchietti, che si riflettano la luce l'un l'altro fino a raggiungere la faccia sensibile della fotoresistenza. Per piccole distanze, si può usare una lampadina di 6 V tipo radio e un piccolo riflettore speculare, che si può ricavare da una lanterna. La lampadina verrà avvicinata o allontanata dal riflettore fino a ottenere la concentrazione del raggio luminoso più confacente.

CAPITOLO VII

IL « SENSOR-MATIC »

L'applicazione principale di questo apparecchio è la protezione dei locali, rivelando la presenza di ladri o di « curiosi », che desiderano ascoltare decisioni, che per la loro natura devono essere mantenute segrete. Il vantaggio offerto da questo dispositivo è che funziona per semplice prossimità per effetto della capacità propria di tutti i corpi. Questo effetto non si può annullare, per cui l'apparecchio non può mancare di segnalare la presenza di un corpo estraneo. Così, per quante precauzioni adotti la spia, una sonda, che può essere perfettamente nascosta, segnalerà la sua presenza, senza che se ne renda conto e senza che abbia toccato niente. Basta disporre il dispositivo in un punto di passaggio obbligato. La sonda può essere, per esempio, la serratura o la maniglia di una porta, che dà accesso al locale che si vuole proteggere. Questo semplice esempio dà un'idea delle possibilità del Sensor-Matic, che trova limitazioni solo nell'immaginazione di chi l'adopera.

Circuito elettrico

Per la costruzione di questo Sensor-Matic sono solo necessari due transistori: il primo Tr1 è un PNP tipo AF115 (oppure AF114 o AF116) e funziona come generatore di RF, mentre il secondo Tr2 è un NPN al silicio tipo MC140, che ha la funzione di azionare il relé quando un qualsiasi corpo si avvicina alla sonda.

I segnali RF generati da Tr1 vengono applicati, attraverso la

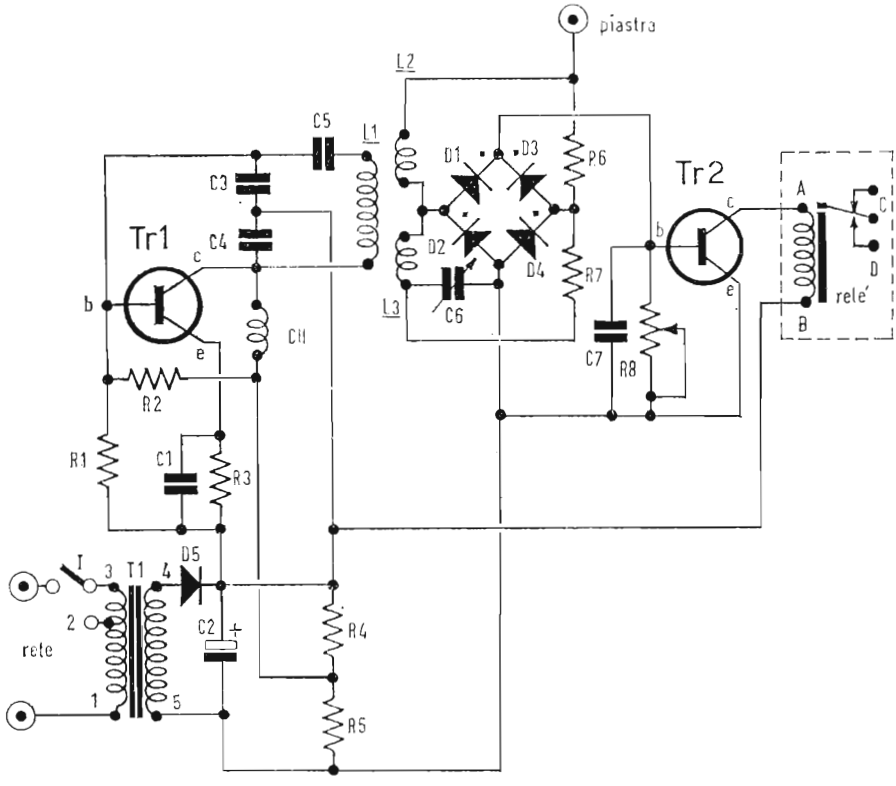


Fig. 7.1 - *Schema elettrico del Sensor Matic.*

Fig. 7.1 - Componenti: R1 = 2,7 kΩ; R2 = R6 = R7 = 22 kΩ; R3 = 120 Ω; R4 = 3,9 kΩ; R5 = 1,5 kΩ; R8 = potenziometro regolabile di 10 kΩ, tipo PA10C (tutte le resistenze sono da 1/2 W, 10%); C1 = C5 = 10 nF, poliestere, tipo a piastrina; C2 = 100 μF/40 V, elettrolitico; C3 = 470 pF ceramico o a mica; C4 = 250 pF ceramico o a mica; C6 = compensatore ceramico di 10 ÷ 60 pF; C7 = 0,47 μF ceramico a disco; Tr1 = transistore per RF, PNP, AF115 (AF116); Tr2 = transistore per BF, NPN, MC140; D1 = D2 = D3 = D4 = diodo al germanio OA79 (OA85); D5 = raddrizzatore al silicio BY127 (BY100, OA210); CH = bobina di arresto RF di 3 mH; L1 = L2 = L3 = bobina di arresto RF di 3 mH modificata (vedi testo); T1 = trasformatore di 10 W con primario universale (127 ÷ 220 V) e secondario 24 V; I = interruttore unipolare a sfera; 1 relé con bobina di 2,5 kΩ, 24 V c.c.; 1 piastra Uniprint tipo 20 con connettore; 1 cassetta di materiale plastico o metallica di adatte dimensioni; 1 piastrina con 2 boccole per banane.

bobina L1, ad un circuito bilanciato, che, data la presenza di un rettificatore a ponte, fornisce ai terminali della resistenza di uscita (potenziometro R8) una tensione uguale o prossima a zero.

In queste condizioni, il transistore Tr2 non ha una polarizzazione sufficiente per far passare nel suo circuito di collettore una corrente tale da fare eccitare il relé connesso in serie al collettore. Orbene, supponendo che un corpo estraneo entri in contatto con la piastrina « sonda » o si avvicini ad essa, il circuito non resta più bilanciato e, in conseguenza nell'interposizione esterna, ai terminali di R8 si ha una tensione apprezzabile: il transistore Tr2 passa allo stato di conduzione e la corrente circolante nel suo circuito di collettore è sufficiente per eccitare il relé, il cui avvolgimento di eccitazione è precisamente in serie con il collettore di Tr2. Questo relé può essere di tipo qualunque, basta che l'avvolgimento di eccitazione presenti una resistenza di circa 2.500 Ω, dovendo la sua tensione nominale di lavoro essere uguale a 24 V o meno.

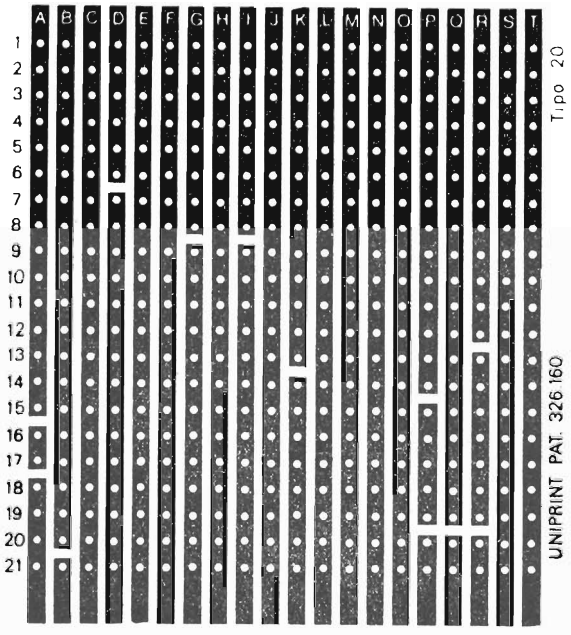


Fig. 7.2 - Vista della piastra Uniprint dal lato delle piste di rame, in alcune delle quali si possono vedere i diversi intagli da praticare.

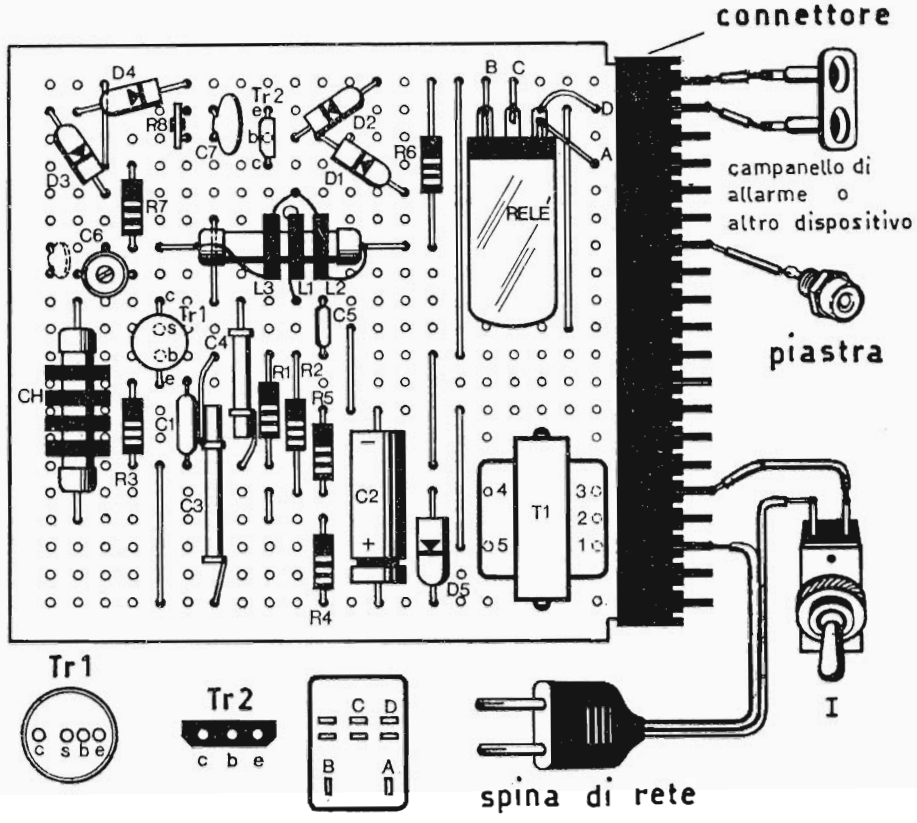


Fig. 7.3 - Schema pratico di montaggio del Sensor-Matic.

Per alimentare questo dispositivo occorre disporre di una tensione continua ricavabile da un gruppo di pile, ma è preferibile che sia fornita da un alimentatore, che si può costruire facilmente. Si usi a tal fine un trasformatore di 10 W col primario universale (110 ÷ 220 V) e secondario capace di fornire una tensione di 24 ÷ 26 V, che verrà rettificata con un diodo al silicio, o con un raddrizzatore al selenio.

Le bobine L1, L2 e L3 si ricavano modificando una bobina di arresto RF di 3 mH, provvista generalmente di quattro avvolgi-

menti, uno dei quali viene eliminato. Si dividono i tre avvolgimenti secondo il disegno della figura 7.4; si utilizza poi l'avvolgimento centrale per L1 e i due estremi per L2 e L3. Se in questa operazione s'incontrassero difficoltà, si potrebbe costruire questa bobina avvolgendola sopra un tubo di cartone di 2 cm di diametro, sebbene si ottengano migliori risultati facendolo sopra un nucleo di ferrite. Per L2 e L3 si avvolgeranno 120 spire serrate di filo di rame smaltato di diametro 0,18 mm (si avverte che un filo di diametro diverso non altera i risultati), senza dimenticare di praticare una presa centrale (ossia alla 60ª spira), che servirà per la connessione a D1 e D2. I due estremi di questa bobina verranno connessi nel modo seguente: uno, non importa quale, a R6 e al terminale della piastrina « sonda » e l'altro a C6 e R7.

Sopra questa bobina si avvolgeranno poi, per L1, 60 spire, che dovranno occupare la zona centrale dell'avvolgimento precedente, ossia: 30 spire sovrasteranno L2 e le altre L3. In questo modo si sarà ottenuta la bobina necessaria per l'oscillatore e per i segnali RF necessari per il circuito bilanciato.

Il montaggio dei componenti si può fare sopra una piastra Uniprint tipo 20.

Prima del montaggio dei componenti, si devono effettuare i collegamenti a ponticelli sopra le piste di rame, come indicato in figura 7.2. In seguito si praticheranno i fori per il fissaggio del trasformatore di alimentazione etc. Poi, seguendo le indicazioni della

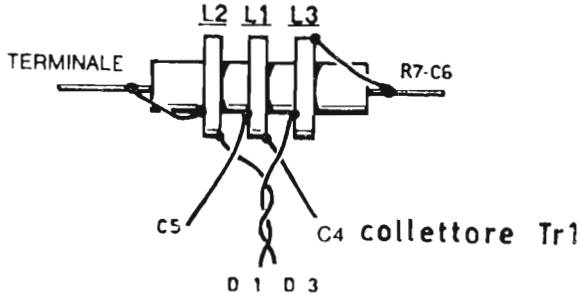


Fig. 7.4 - Le bobine L1, L2, L3 sono state costruite modificando una bobina di arresto RF di 3 mH. L'avvolgimento centrale costituisce la bobina L1, mentre gli avvolgimenti estremi sono L2 e L3 rispettivamente. Se si vuole, al suo posto si può costruire una bobina cilindrica, come è spiegato nel testo.

filatura (cablaggio) pratica di figura 7.3, si possono montare i componenti, facendo particolare attenzione alla polarità dei diodi etc.

Una volta ultimato il montaggio, sarà necessario effettuare una piccola regolazione della sensibilità del dispositivo per ottenere il rendimento ottimo del medesimo.

Se si dispone di uno strumento universale di prova (tester), si può collegarlo in parallelo alla bobina del relé (punti A e B), regolare il potenziometro predisponibile R8 e soprattutto il compensatore C8 per ottenere la tensione minima, procedere a diversi tentativi di regolazione di C6 per mantenere diseccitato il relé e che questo si ecciti il più prontamente possibile appena si avvicini la mano, o si tocchi la piastra « sonda ». Si tenga presente che una capacità eccessiva può invertire il funzionamento del relé. Ha somma importanza la capacità minima del compensatore impiegato. Consigliamo un compensatore di 10 pF di capacità minima e 60 pF di massima. Se questa capacità fosse insufficiente, si è previsto nella piastra Uniprint la collocazione in parallelo a C6 di un piccolo condensatore ceramico a dischetto (disegnato punteggiato), il cui valore dipenderà da ciò che effettivamente necessiti, nell'insieme, il dispositivo, facendo in modo di assumere il suo valore adeguatamente a quello del trimmer C6 e di ottenere l'accordo.

Ricordiamo che la sensibilità del dispositivo dipende dalla regolazione di C6, perciò essa dovrà compiersi in modo che si adatti all'impiego che si vuol dare al Sensor-Matic. Ricordiamo anche che C6 si deve regolare con un giravite di plastica, del tipo di quelli impiegati per regolare i nuclei delle bobine RF.

Un'ultima e obbligata avvertenza è che i contatti del relé adottato in questo apparecchio non sono atti a sopportare correnti superiori ad un ampère. Se si vuole azionare motorini o altri circuiti di forte consumo attraverso il Senso-Matic, si dovrà connettere un secondo relé, che governerà il circuito di utilizzazione.

CAPITOLO VIII

RIVELATORE SENSIBILE DI PROSSIMITA'

Nella lotta contro lo spionaggio, i rivelatori di prossimità sono chiamati a disimpegnare una parte importante. Spesso è necessario proteggere documenti o oggetti da curiosi indiscreti. Un dispositivo di questo tipo è ideale per dare l'allarme quando un intruso avvicina la mano alla porta dell'abitazione riservata, o al cassetto della segreteria in cui si custodiscono i documenti segreti.

L'apparecchio che descriviamo in questo capitolo è molto sensibile e la piccola piastrina, che funziona da antenna può essere facilmente nascosta in modo che sia praticamente invisibile.

Si può costruire questa piastrina di antenna di materiale stagnola o di alluminio, analogamente a quelle utilizzate per avvolgere cioccolatini, tabacco, etc. Le dimensioni di detta piastrina non sono critiche; si consigliano, per esempio, 240 x 150 mm. Come si è già detto prima, si può costruire con un foglio di carta alluminizzata, oppure si può utilizzare una piastra di Pertinax con una faccia rivestita di uno strato di rame (ossia le piastre che si usano normalmente per la costruzione di circuiti stampati).

Si è montato un transistore AC126 (Tr1) come elemento oscillatore, che viene equipaggiato con una bobina di OM sopra una barretta di ferrite (v. fig. 8.1). Una volta regolata la bobina (scorrevole sopra la barretta), ha inizio l'oscillazione del transistore; la corrente oscillante di quest'ultimo viene amplificata per mezzo del transistore Tr2 (AC188), che ha la funzione di alimentare la bobina di un relé sensibile, il quale può attirare la sua placchetta mobile (àncora) e così cortocircuitare il circuito di utilizzazione.

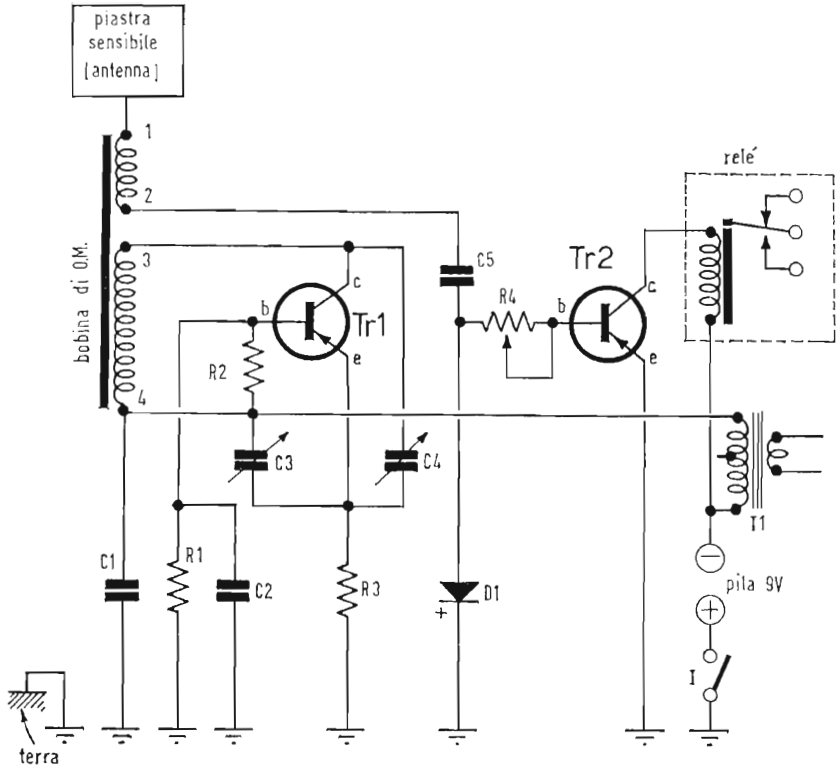


Fig. 8.1 - *Schema elettrico del Rivelatore di prossimità.*

Fig. 8.1 - Componenti: R1 = R3 = 10 kΩ; R2 = 22 kΩ; R4 = potenziometro di regolazione di 20 kΩ (tutte le resistenze sono da 1/2 W, 10%); C1 = 10 nF, poliestere a piastrina; C2 = 100 nF, poliestere a piastrina; C3 = C4 = compensatori in aria di 60 pF; C5 = 47 pF, ceramico a disco; Tr1 = transistore di BF, PNP, tipo AC126 (AC125); Tr2 = transistore di media potenza, PNP, tipo AC188 (AC128); D1 = diodo al silicio, tipo SD500 (SD510), si può usare anche il tipo OA90 al germanio; 1 relé di 430 Ω, 9 V c.c.; T1 = qualsiasi trasformatore di uscita per sistema controfase di AC188 (AC128), di cui si utilizza solo il primario; 1 bobina di OM: una qualsiasi bobina di OM con barretta di ferrite di 140 x 100 mm.; 1 pila di 9 V (2 pile parallelepipede in serie); I = interruttore miniatura a levetta; 1 scatola di materiale plastico; 1 piastra di Pertinax con una faccia rivestita da uno strato di rame (piastra per circuito stampato); 1 piastra di bachelite perforata di circuito stampato; 2 connettori femmina per banane; 1 banana.

La piastrina metallica usata come antenna costituisce a sua volta una capacità di regolazione, per cui quando qualcuno avvicina ad essa la propria mano, si provoca un'alterazione della sintonia ottenuta e nel valore dell'alimentazione della bobina del relé sensibile, il che fa sì che l'ancorina dello stesso resti libera, stabilendo immediatamente il circuito di alimentazione.

La regolazione del sistema può essere effettuata senza l'uso di strumenti di misura (accertarsi che l'oscillazione del transistore Tr1 sia corretta).

Per la regolazione, si può usare semplicemente un ricevitore adatto a ricevere la gamma delle onde medie e disporlo nelle adiacenze dell'apparecchio da provare: si sentirà immediatamente un fischio più o meno intenso nell'altoparlante, nel preciso istante in cui la regolazione dell'oscillatore di prossimità sia corretta; questa regolazione, per altro molto semplice, si deve fare una sola volta, dato che il circuito è straordinariamente stabile.

La sensibilità del dispositivo si regola per mezzo del potenziometro di taratura R4 di 20 kΩ.

Come si è indicato in precedenza, il sistema di alimentazione di questo apparecchio è autonomo, il che rappresenta in una grande quantità di casi un vantaggio molto importante. Un pregio è quello del suo consumo molto ridotto, per cui il rivelatore di sensibilità può essere lasciato in funzionamento continuo, senza che questa posizione di all'erta rappresenti un consumo esagerato di pile; pertanto questo rivelatore offre la possibilità di un servizio economico ed una grande sicurezza di funzionamento.

Quando il circuito non è tarato (il transistore Tr1 è fuori oscillazione), l'apparecchio consuma 1,8 mA; una volta tarato (il transistore Tr1 è in oscillazione), il consumo di corrente è solo di 2,7 mA e quando una mano si avvicina alla piastrina funzionante da antenna, il consumo del rivelatore scende fino a 0,5 mA (questo valore può variare leggermente, ma senza superare in nessun momento i 2,7 mA sopra indicati; il valore acquisito dipende dal fatto che i piedi della persona, che avvicina la mano alla piastrina usata come antenna, procedano sopra un suolo più o meno conduttore). Tutti questi valori e misure sono stati riscontrati sopra il modello costruito ed equipaggiato coi materiali indicati nell'elenco dei componenti (v. fig. 8.1).

Le dimensioni della piastrina di antenna non sono critiche, ma da esse dipendono il funzionamento dell'apparato e il suo consumo, che risultano variati di un certo grado. Come si è già indicato, il materiale usato nella fabbricazione dell'antenna può essere diverso.

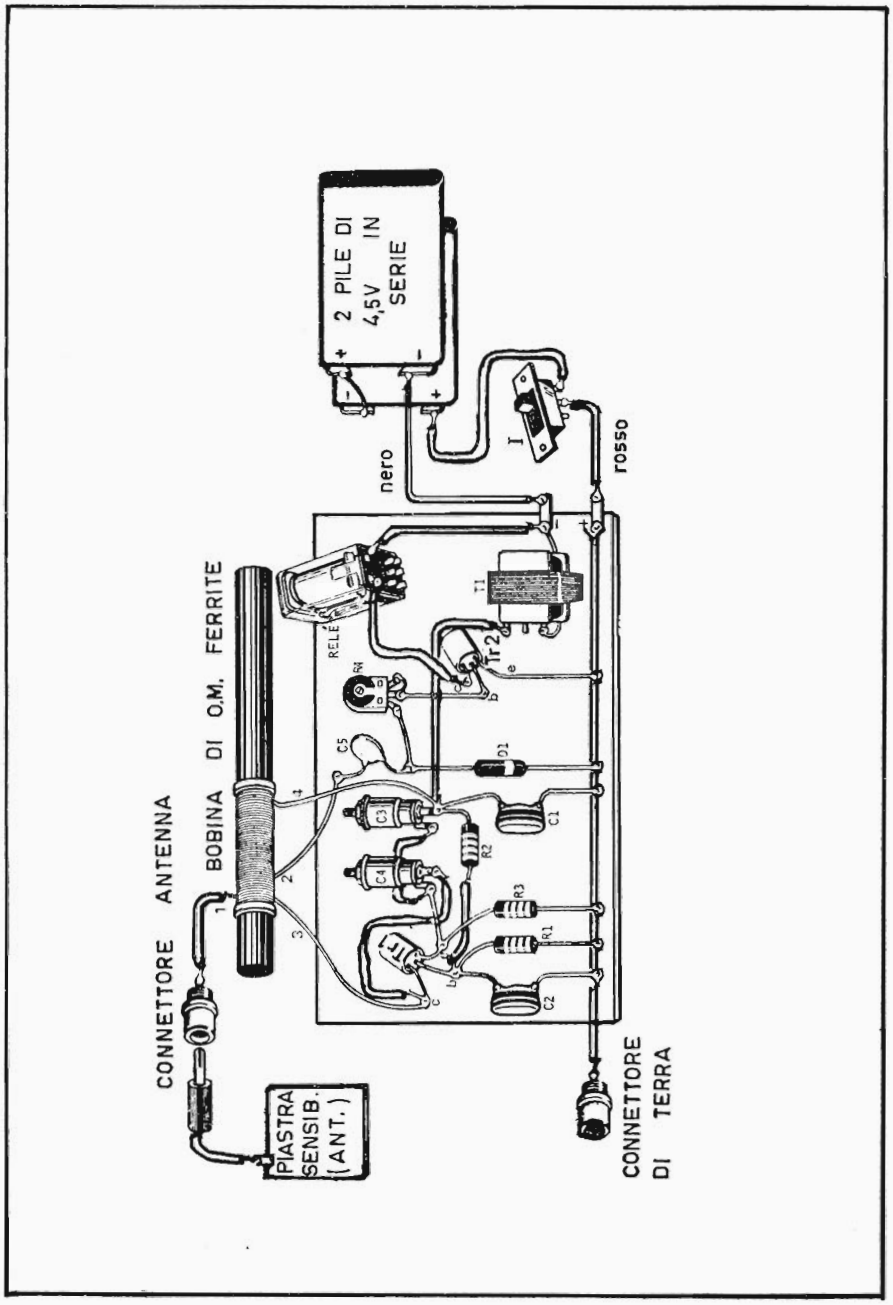


Fig. 8.2 - Schema pratico di montaggio del rivelatore di prossimità descritto nel presente capitolo.

Filatura (cablaggio)

Uno dei conduttori della bobina del relé e uno degli estremi del primario di T1 (usato come bobina di arresto) sono collegati al polo negativo della pila di alimentazione. Il conduttore libero rimanente della bobina del relé è collegato al collettore del transistore Tr2. L'emettitore di questo resta collegato alla linea di massa, collegata essa stessa a terra e ad uno dei contatti dell'interruttore; il contatto rimanente di questo, è collegato al polo positivo della pila di alimentazione.

La base del transistore Tr2 è collegata al potenziometro di sensibilità R4, l'altro estremo di questo essendo unito all'anodo del diodo D1 e al condensatore C5. Il catodo di D1 è connesso alla linea di massa; il terminale libero di C5 è unito alla presa 2 della bobina di OM, mentre la presa 1 è connessa alla piastrina di antenna; il collettore di Tr1 è collegato ad un'armatura del condensatore C4 regolabile e alla presa 3 della bobina OM. L'altra armatura di C4 è unita insieme ad una delle armature di C3 ad un estremo di R3, l'altro estremo di R3 essendo collegato alla linea di massa. L'armatura libera di C3 e un estremo di R2 insieme con l'estremo libero del primario di T1 sono uniti alla presa 4 della bobina OM; a detta presa è unito anche un terminale del condensatore C1, l'altro

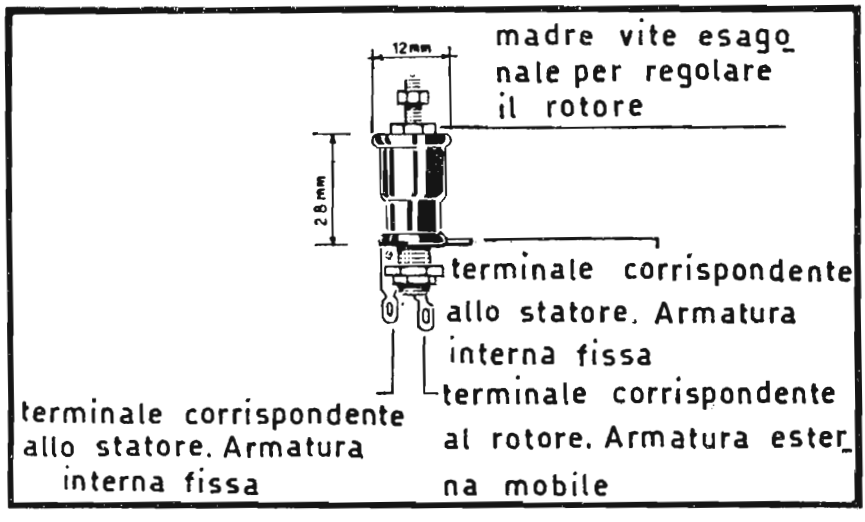


Fig. 8.3 - Disegno esplicativo di uno dei condensatori di regolazione C3, C4.

terminale essendo connesso alla linea di massa. Il conduttore libero della resistenza R2 è unito alla base del transistore Tr1 e al condensatore C2. Il reoforo libero di quest'ultimo è collegato alla linea di massa analogamente a quel che si fa per il terminale libero rimanente della resistenza R1.

Si deve fare in modo di effettuare tutte le connessioni nel modo più breve possibile.

Regolazione dei condensatori compensatori C3 e C4

La regolazione di questi condensatori a dielettrico aria si deve fare stando lontano dall'antenna il più possibile, facendo in modo di disporli al loro minimo di capacità.

L'unica condizione imprescindibile affinché il rivelatore di approssimazione funzioni correttamente è che l'oscillatore Tr1 oscilli perfettamente. In uno dei precedenti paragrafi si è indicato un sistema molto semplice per provare l'oscillazione. Qui di seguito si indicano due sistemi più semplici di quello:

1) inserendo un milliamperometro in serie con il circuito di alimentazione, lo strumento indica un'intensità di corrente quando il transistore è in oscillazione. Questa misura offre un risultato qualitativo e quantitativo, dato che quanto maggiore è l'intensità indicata, tanto più forte è l'oscillazione del transistore Tr1;

2) quando il relé sensibile resta attratto, significa che il transistore sta oscillando. Questa verifica, di tipo solamente qualitativo,

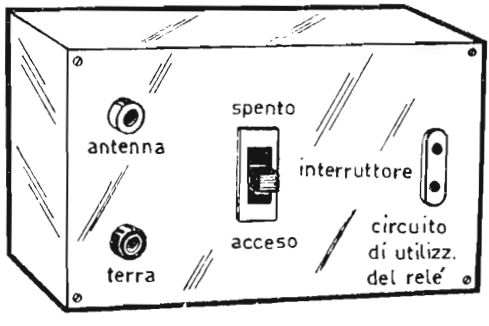


Fig. 8.4 - Aspetto che può assumere la cassetta contenitrice del dispositivo descritto nel presente capitolo.

ha il pregio di non richiedere alcuno strumento di misura.

Con questo rivelatore di prossimità, utilizzabile in un grande numero di applicazioni, si sono effettuate prove per dimostrare la sicurezza del suo funzionamento e della sua stabilità, sempre con esito positivo.

In figura 8.3 è indicato il disegno di uno dei condensatori di regolazione C3 o C4.

La figura 8.4 mostra la vista completa dell'apparecchio, che può essere inserito in una cassetta di materiale plastico all'uopo adatta.

CAPITOLO IX

« MINIRADAR »: UN ELETTROSCOPIO A F.E.T.

La storia dei dispositivi di sicurezza si può dividere, a grandi linee, in tre periodi principali. Nel primo periodo esistevano solo dispositivi che esigevano un'azione meccanica diretta dell'intruso per dare l'allarme. E' l'epoca degli interruttori nei telai di porte e finestre, dei fili metallici che chiudono un contatto quando ci si imbatte in essi, etc.

Poi (secondo periodo) appaiono sistemi più discreti e di installazione più facile: le barriere fotoelettriche. Quando qualcuno incrocia un raggio di luce, praticamente invisibile, l'interruzione di questo provoca l'allarme.

Nella ricerca di una maggior sicurezza (terzo periodo), si arriva ai rivelatori di prossimità, dei quali si descrivono alcune varianti in questo libro.

Se qualcuno si avvicina alla sonda rivelatrice provoca l'allarme, sebbene non arrivi a toccarla. In generale, la distanza alla quale rispondono questi dispositivi non è molto grande e si tenta di aumentarla per diverse vie.

Illustrando questo genere di investigazione, presentiamo in questo capitolo un dispositivo sperimentale, che indica una delle direzioni in cui si lavora. Suo principio fondamentale è l'alterazione di un campo elettrostatico in equilibrio, quando si introduce un corpo nuovo, o si spostano i corpi preesistenti.

Con esso, si risale alle prime esperienze e alla scoperta dell'elettricità, in quanto l'unico strumento di cui disponevano gli spe-

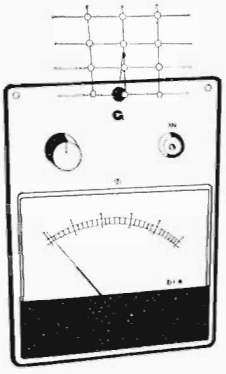


Fig. 9.1 - Aspetto presentato dall'elettroscopio descritto in questo capitolo, una volta ultimata la sua costruzione.

rimentatori per misurare i fenomeni elettrostatici, gli unici che si conoscevano allora, era l'elettroscopio. Questo apparecchio misura l'intensità relativa del campo elettrico mediante la distanza assunta da due sottili lamine metalliche isolate, in conseguenza della repulsione delle cariche di uguale segno, che acquistano per induzione elettrostatica.

Più avanti, con lo sviluppo dell'elettricità si idearono versioni perfezionate di questo apparecchio usando valvole elettroniche speciali per elettrometria, oppure tubi elettronici normali a griglia piana, o in circuiti speciali.

Un requisito essenziale di tutti gli elettroscopi è che non deve consumare corrente dal campo elettrico che sta misurando. Con la comparsa sul mercato dei transistori F.E.T. e M.O.S. ad altissima resistenza di entrata, si sono potuti trasformare i vecchi elettroscopi in strumenti moderni di grande sensibilità. Nel modello qui descritto (v. fig. 9.1) si usa un F.E.T. per i motivi che si spiegheranno più avanti. I risultati pratici ottenuti sono molto interessanti.

L'apparato è capace di rivelare non solo la presenza delle più piccole cariche elettriche presenti nelle sue vicinanze, ma financo le deformazioni del campo elettrico circostante. Per esempio, all'avvicinarsi o all'allontanarsi di una persona, esso indica appros-

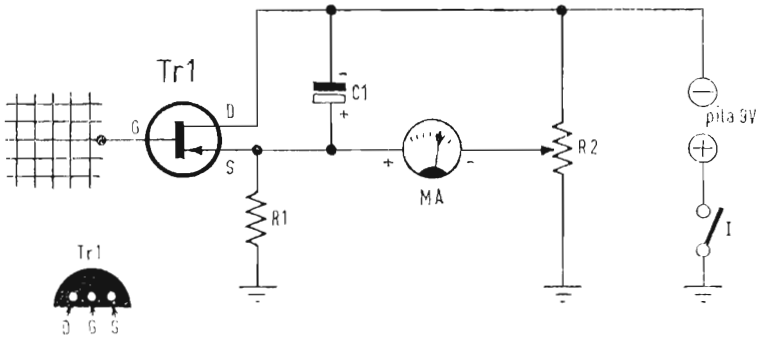


Fig. 9.2 - *Schema elettrico del Miniradar*

Fig. 9.2 - Componenti: R1 = 2,7 kΩ, 1/2 W, 10%; R2 = potenziometro lineare di 10 kΩ; C1 = 6,4 μF/25 V, elettrolitico; Tr1 = transistore a effetto di campo (FET), tipo 2N3819; MA = microamperometro di 50 μA fondo scala; I = interruttore unipolare a sfera; 1 pila 9 V miniatura; 1 cassetta di materiale plastico; 1 collegamento con bottoncino a molla per la pila; 1 manopola.

simativamente la distanza alla quale si trova; se si accende o si spegne la luce elettrica, l'elettroscopio a F.E.T. reagisce con chiara evidenza e neppure la piccola luce di una lanterna passa inavvertita attraverso questo sensibile apparato.

Se si strofina un mobile o qualche altro oggetto di plastica con un panno, pure a vari metri di distanza, l'indice dell'elettroscopio a F.E.T. oscilla avanti e indietro con il ritmo della mano, che esegue quell'operazione.

Le cariche elettrostatiche provocate dal movimento o dal maneggio di tessuti di seta, nylon, lana, etc., vengono rivelate a vari metri di distanza. Insomma sia come rivelatore, o come avvisatore di prossimità, come antifurto, come contaoggetti, come miniradar, etc., sono molte ed anche inusitate le funzioni che esso svolge, e non è possibile descriverle tutte.

Funzionamento

E' bene ricordare che in natura esistono moltissimi fenomeni elettrici, che neppure i benché più perfezionati strumenti, abitualmente impiegati in radiotecnica e in elettronica, possono rivelare. Così, nessuno ha mai visto che un voltmetro elettronico, né un oscilloscopio, né un galvanometro diano un'indicazione quando si accen-

de una sigaretta, si apre una cassa o si cammina, perciò non deve destar meraviglia che tutto il vastissimo campo dell'elettrostatica sia stato quasi dimenticato.

E' ben noto che esistono numerosi campi magnetici; alla stessa maniera, esistono i campi elettrici. In realtà, quando una persona entra, esce o si muove in un'abitazione, perturba straordinariamente i campi elettrostatici ivi esistenti.

Quando si introduce un cucchiaio di acciaio inossidabile in una teglia di alluminio, si crea un piccolo campo elettrostatico nuovo; autentiche tempeste elettrostatiche si scatenano quando si toccano mobili o si spostano oggetti.

E' certo che tutto ciò non si vede, non si sente e non si percepisce coi più sensibili strumenti elettrici di uso convenzionale. Ciò avviene perché tutti questi strumenti, per poter dare un'indicazione utile, consumano una corrente, piccola se si vuole, ma intollerabile per i campi elettrostatici, molti dei quali non sono capaci di generarla.

Così, quando un voltmetro elettronico indica che la tensione esistente fra due metalli diversi posti in contatto fra loro è « zero », non è che l'indicazione sia errata, ma, sebbene questa differenza di potenziale sia dell'ordine di alcuni Volt, appena si tenta di misurarla mediante lo strumento, cade a zero.

Da questa spiegazione risulta ora chiaro che i campi elettrostatici, nei quali ci imbattiamo, non appartengono alla categoria dei campi che si possono misurare in « laboratorio ».

Orbene, non è che l'elettroscopio descritto non assorba alcuna corrente, ma ne richiede tanto poca, quanta ne basta per rivelare, se non tutti, almeno quei campi elettrostatici che possiedono una determinata energia minima.

Per dare un'idea dell'ordine di grandezza dei valori in gioco, diciamo che l'elettroscopio in parola offre indicazioni utili assorbendo meno della millesima parte di un milionesimo di ampère (cioè 1 nanoampère $= 10^{-9}$ A), ossia meno di un millesimo di microampère. Ciò si deve alla grandissima resistenza di entrata di un transistore a effetto di campo (F.E.T.) e all'alta sensibilità ottenuta collegando a ponte un microamperometro.

La scelta è caduta sopra un transistore di tipo F.E.T. invece di M.O.S.T., in seguito ai risultati sperimentali più favorevoli ottenuti; d'altra parte, i tipi M.O.S.T. sono troppo vulnerabili alla tensione elettrica e se si supera un certo limite, possono essere messi fuori uso con facilità; inoltre si devono maneggiare con particolari precauzioni. Pertanto, la versione meno critica e più versatile è

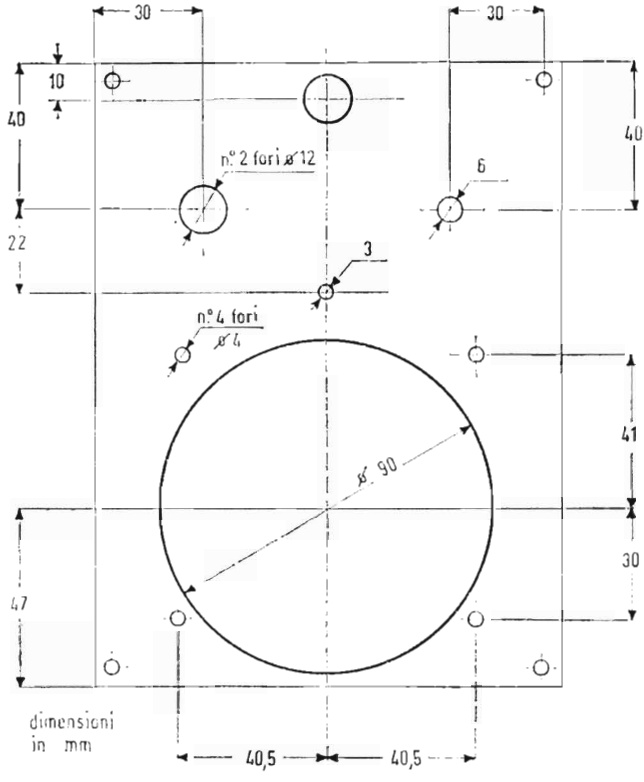


Fig. 9.3 - Schizzo per la foratura del pannello contenitore dell'elettroscopio FET.

quella di figura 9.2, che impiega un transistore a effetto di campo (F.E.T. = Field Effect Transistor) con canale p (Tr1). Con la lettera S si è indicata la « Sorgente » (equivalente all'emettitore), con G la « Porta » (Gate) (equivalente alla base) e con la lettera D l'« Assorbitore » (Drain) (equivalente al collettore).

Sempre riferendosi alla figura 9.2, si vede che Tr1 ha il terminale G libero e che si collega all'elemento rivelatore sensibile (retinato). Quest'ultimo è l'organo captatore delle cariche elettriche esterne, perciò è la parte più delicata. Conviene che il rivelatore sia facilmente sostituibile e possa essere costituito da una retina metallica fatta di filo di rame stagnato (come si vede in fig. 9.2), o da una graticella di zinco, oppure da una piastra inossidabile, etc.

Non c'è una regola generale per la quale l'elemento rivelatore debba essere costruito in un modo o nell'altro; la sua forma e la sua natura dipendono dal genere di esperienze che si vogliono fare e perciò si dovranno provare diversi tipi, tenendo presente che si devono soddisfare i seguenti requisiti:

a) il terminale che lo unisce a G deve essere isolato in modo eccezionale; il miglior modo di ottenere tale isolamento è di lasciarlo sospeso, senza che tocchi parte alcuna;

b) data la limitata rigidità meccanica del terminale G, l'elemento rivelatore sensibile, una volta costruito, deve essere il più leggero possibile; in caso contrario, i terminali non potrebbero sopportare il peso.

Gli altri componenti dell'elettroscopio non presentano particolari esigenze. L'elettrodo assorbitore D è connesso direttamente al negativo della pila, mentre la sorgente S è collegata all'uscita, della quale forma parte il microamperometro MA di 50 μA fondo scala e avente ampia scala suddivisa in 50 parti (1 divisione = 1 μA). R1 è la resistenza di carico; la regolazione elettrica dello zero dell'indice si fa regolando il potenziometro R2.

Quando tra i punti + e — del microamperometro esiste la medesima tensione, l'indice del MA si trova a zero. Se interviene una variazione delle cariche elettrostatiche esterne, che influiscono sopra l'elemento rivelatore sensibile, varia notevolmente la corrente di Tr1 e quindi la tensione del punto + rispetto al punto —.

Dato il montaggio a ponte dello strumento MA, questo viene utilizzato con la sua massima sensibilità. E' direttamente leggibile una variazione di solo 0,5 μA, che si verifichi nella corrente dell'assorbitore di Tr1.

L'interruttore I serve solo per mettere in funzione o per disattivare l'apparecchio, mentre C1 elimina gli effetti delle componenti alternative dei campi elettrostatici.

In altre parole, questo elettroscopio rivela solo campi continui o variabili lentamente nel tempo (massimo 20 Hz). Ma, se si vuole, si può modificare il circuito in modo che esso riveli solo campi alternativi e non quelli continui.

Costruzione

Nella figura 9.3 è rappresentato lo schizzo della foratura del pannello. Una volta costruito questo, si eseguiranno le connessioni come indicato in figura 9.4. La precauzione più importante da assumere è di montare il Tr1 intorno al foro praticato nella parte superiore del pannello, attraverso il quale deve uscire all'esterno,

direttamente da Tr1, il terminale G per essere unito all'elemento rivelatore sensibile, senza che tocchi il pannello in alcun punto.

Durante il montaggio, si deve evitare di inviare tensioni alte alla porta di Tr1, che lo distruggerebbero. Si farà anche in modo che l'elemento rivelatore sensibile non venga mai in contatto con alcunché, ad eccezione dell'aria ambiente. Per evitare che pericolose tensioni possano provenire, nel tempo stesso del montaggio, da fughe del saldatore elettrico, è consigliabile riunire i terminali G, D e S di Tr1 con un sottile filo conduttore di rame nudo, fino a quando siano terminate tutte le saldature.

Impieghi e applicazioni

Prima di mettere in funzione l'elettroscopio, è necessario eliminare tutte le cariche elettrostatiche presenti sulla cassetta di plastica. Si passerà, dunque, un panno leggermente umettato su tutta la cassetta, poi si lascerà seccare questa in aria, senza toccarla. Per eliminare qualunque traccia di polvere dal pannello o dalla scatola, si usino le pelli di camoscio scaricatrici dell'elettricità statica e che si usano per pulire i dischi microsolco.

Prima di azionare l'interruttore I, occorre che R2 si trovi in una posizione tale che sia minima la differenza di potenziale fra i terminali + e — dello strumento, in modo da non sovraccaricare e danneggiare il microamperometro. A tal fine, si colleghi provvisoriamente in serie con uno qualunque dei terminali di MA, una resistenza di circa 10 kΩ; si azioni I e si regoli R2 fino a che l'indice di MA si porti a zero, oppure al centro scala. Il primo modo di regolazione è utile quando si sa già che i campi elettrostatici, che si misureranno, devieranno l'indice verso destra; mentre è preferibile il secondo modo di regolazione quando non si sa in anticipo se i campi misurati faranno deviare l'indice a destra o a sinistra.

Effettuata questa regolazione preliminare, si può cortocircuitare la resistenza in serie a MA e regolare più finemente la posizione del medesimo ritoccando R2. In pratica, quest'ultima regolazione non è tanto semplice come sembra, poiché l'elettroscopio avverte in modo superlativo anche la presenza dell'operatore. Usando un tubo di plastica (di almeno 1,5 metri di lunghezza) e applicandolo con un estremo al bottone di comando di R2 per farlo girare a distanza con l'altro estremo (del tubo) con la mano, l'indice di MA può arrivare quasi alla posizione desiderata.

Uno dei primi fenomeni che si osserveranno sta nel fatto che la luce influisce sulle misure e le disturba. Queste influenze pos-

sono essere di due tipi: una, con effetti più modesti, è di tipo fotoelettrico; effettivamente, aumenta se si usa come elemento rivelatore sensibile una griglia di zinco e se la colpiscono, anche da notevole distanza, raggi ultravioletti. Una luce di lanterna, che si avvicini e si allontani, da circa 30 cm., provoca variazioni di corrente di 1 μA. La controprova della natura fotoelettrica del fenomeno, si ottiene usando come rivelatore sensibile una sottile retina di nichelio rivestita a caldo con selenio metallico; in tal caso, la sensibilità alla luce visibile risulta sempre decrescente rispetto a quella ottenibile con reti di zinco e luci non ultraviolette.

L'altro genere d'influenza della luce (artificiale) è di natura puramente elettrica ed è dovuta alle forti alterazioni dei gradienti di campo, che si generano accendendo o spegnendo, anche a molti metri di distanza, una lanterna o una lampada da salotto. Come regola generale, se varia la illuminazione artificiale dell'ambiente dove si effettuano le prove, queste non sono riproducibili. Per esempio, nella figura 9.5 si sono riprodotti, sotto forma di un grafico, gli spostamenti (riportati in μA), che subisce l'indice del milliamperometro, quando una persona si avvicina o si allontana rispetto all'elettroscopio (distanze in metri).

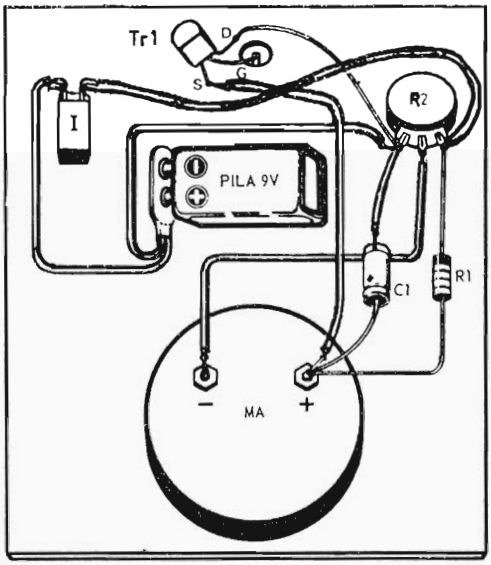


Fig. 9.4 - Schema pratico di montaggio dell'elettroscopio, il cui schema elettrico si vede nella figura 9.2.

Si vede che la presenza di una persona è avvertita dallo strumento a tre metri di distanza e si raggiunge il fondo scala, quando la distanza si riduce a 45 cm o meno. Orbene, dopo aver fatto questa misura, si è tentato di controllarla in un tempo successivo, ma non è stato fattibile. Ciò in seguito al fatto che, la prima volta, si era accesa una lampada da salotto ad approssimtivamente a 80 cm dall'elettroscopio, mentre la seconda volta tale lampada era spenta.

Indubbiamente, l'unica variazione ambientale che sia intervenuta tra le due prove si era prodotta secondo lo stato di accensione della lampada; questa è stata poi accesa di nuovo, con ciò i risultati sono stati riprodotti una volta di più.

E' stato provato, inoltre, che si ottengono misure diverse variando solo la posizione della lampada rispetto all'apparecchio o mutando di posizione i mobili del locale dove si effettuano le esperienze. E' facile prevedere che si otterranno risultati diversi di quelli riportati in figura 9.5, secondo la costituzione dei locali. Da ciò si deduce che questo elettroscopio può identificare, entro certi limiti, un locale dall'altro, o anche se si sono effettuati cambiamenti nell'illuminazione, nella disposizione dei mobili o nella posizione delle persone.

Le applicazioni specifiche, che si possono effettuare, si lasciano alla fantasia degli sperimentatori.

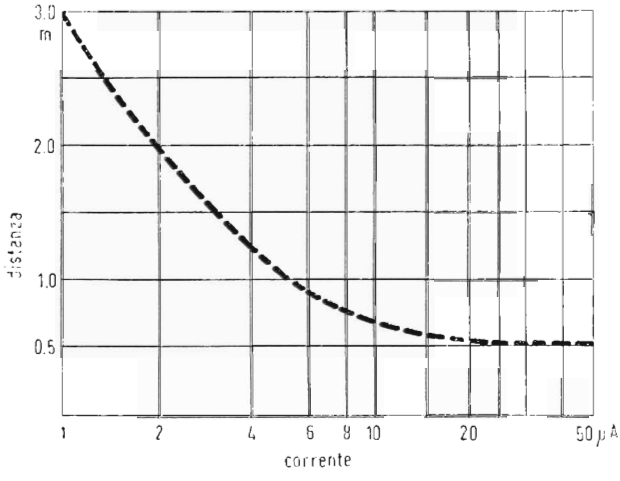


Fig. 9.5 - Deviazioni che subisce l'indice del MA quando una persona si avvicina o si allontana all' (dall') elettroscopio (distanze in metri).

Grandi oggetti, che si spostino tanto davanti, come trasversalmente all'elettroscopio, saranno avvertiti da questo, anche a vari metri di distanza. Così, inoltre, questo dispositivo può servire per contare o segnalare il passaggio di veicoli, carri o persone. Piccoli oggetti in movimento sono controllabili a distanze decimetriche, permettendo così l'applicazione come contapezzi, controllo di avanzamento o di posizionamento generico.

Rispetto ad altri tipi di contapersone o oggetti, il sistema basato sul sistema elettroscopico ha il grande vantaggio di non richiedere più di un solo punto di installazione, come il radar. Impiegando cellule fotoelettriche è necessario utilizzare due punti: uno per la cellula ricevitrice e l'altro per il generatore emittente.

Impiegando il principio di funzionamento dell'elettroscopio F.E.T. descritto in questo capitolo, si possono apportare modifiche allo schema originale per il collegamento di amplificatori o di servomeccanismi.

CAPITOLO X

VALLO ELETTRONICO

Una barriera elettronica di alta tensione è un efficace sistema per impedire il transito di intrusi, perciò si pensa immediatamente di utilizzarla come antifurto, o come protezione di locali, che devono restare al riparo da indiscrezioni. Non si tratta, evidentemente, di fulminare l'intruso, ma piuttosto di provocare una scarica sufficientemente fastidiosa per indurlo a desistere dal suo proposito, ammonendolo inoltre che si sono prese precauzioni per impedire il passaggio. Molte volte basterà questa avvertenza, perché la spia non insista a forzare l'ingresso, poi sospetterà che la scarica ricevuta sarà servita anche a far suonare un allarme, che avrà segnalato il suo tentativo e a nessuno verrà in mente di pretendere di entrare sconsideratamente in un edificio dove il suo proposito è conosciuto e dove lo si sta osservando.

Il circuito è di realizzazione semplicissima; si osservi la figura 10.1, che rappresenta lo schema elettrico. Questo è composto da un trasformatore T1 di tipo abbassatore di tensione, il quale, oltre a servire da isolatore della linea elettrica industriale, riduce la tensione a 24 V alternati, che viene raddrizzata dal diodo D1 e filtrata mediante la combinazione degli elementi R1-C1 e R2-C2, per produrre una tensione continua di quasi 35 V. Questa tensione si trova applicata tra i terminali 1-2 della bobina di bassa impedenza del secondo trasformatore T2, del tipo elevatore per tubi elettronici (impedenza dell'avvolgimento 1-2 = 3 ohm, impedenza dell'avvolgimento 3-4 = 7.000 ohm), però non direttamente, ma attraverso un rettificatore controllato al silicio (SCR), che agisce come un in-

terruttore aperto, sfruttando la sua caratteristica di non conduzione in momenti determinati, secondo la tensione applicata al suo elettrodo porta (o « Gate »). Così, quando C2 si carica, produce una determinata tensione tra l'elettrodo porta del rettificatore al silicio SCR e il circuito R3, R4 e R5. Quando questa tensione raggiunge quella richiesta per l'innesco dell'SCR, questo fa sì che il condensatore C2 si scarichi attraverso l'avvolgimento 1-2 del trasformatore T2. Si osservi che questo trasformatore è connesso, in questo caso, in senso inverso, cioè l'avvolgimento che normalmente è il secondario, funge qui da primario.

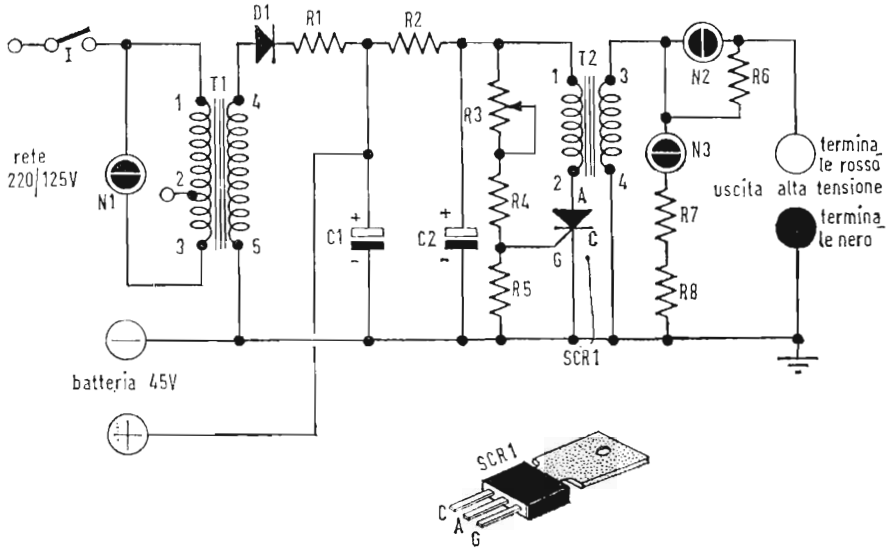


Fig 10.1 - *Schema elettrico del generatore di Vallo elettronico.*

Fig. 10.1 - Componenti: R1 = 10 Ω; R2 = R4 = 1 kΩ; R3 = potenziometro regolabile di 25 kΩ, tipo PA10C; R5 = 220 Ω; R6 = 3,3 kΩ; R7 = R8 = 1 MΩ (tutte le resistenze sono da 1/2 W, 10%); C1 = 3,2 μF/60 V, elettrolitico; C2 = 250 μF/50 ÷ 65 V, elettrolitico; D1 = diodo raddrizzatore al silicio, tipo BY127; N1 = N2 = N3 = lampadina al neon, senza resistenza, 220 V; SCR1 = raddrizzatore controllato al silicio, tipo C106-B1; T1 = trasformatore di alimentazione con primario universale 125/220 V e secondario 24 V, 0,5 A; T2 = trasformatore di uscita per tubo elettronico (primario con impedenza 3 ÷ 7 kΩ e secondario con impedenza 3 Ω; utilizzare l'avvolgimento primario di 7 kΩ); I = interruttore unipolare a sfera; 1 piastra Uniprint tipo 32 con connettore; 4 connettori femmina (boccole) per banane (due rossi e due neri); 1 cassetta metallica o di materiale plastico; filo flessibile di diametro 0,5 ÷ 1 mm.; fili per collegamenti di diversi colori.

Tosto che si produce questa scarica, il condensatore resta senza tensione ai suoi capi, perciò l'SCR ritorna al suo stato normale di non conduzione, permettendo al suddetto condensatore di caricarsi nuovamente, per cui si ripete automaticamente il ciclo conduzione-interdizione.

La frequenza d'innesco è determinata dalla posizione del cursore del potenziometro R3.

Il rapporto spire tra primario e secondario del trasformatore di uscita è tale che ogni volta che si verifica l'innesco o impulso di corrente nel primario, appaiono alcune centinaia di Volt al secondario. Questa tensione è applicata, attraverso la lampadina al neon N2, al terminale rosso principale di uscita. La lampadina si accende ogni volta che sia applicato un carico tra il connettore di uscita dell'alta tensione e la terra (terminale nero).

Poiché l'uscita è ad « alta tensione », la sua corrente è piccola, perciò l'impulso non provoca alcun danno, tanto se si tratta di persone, quanto di animali, data la sua breve durata.

Il circuito elettrico ha il pregio di poter essere alimentato in-

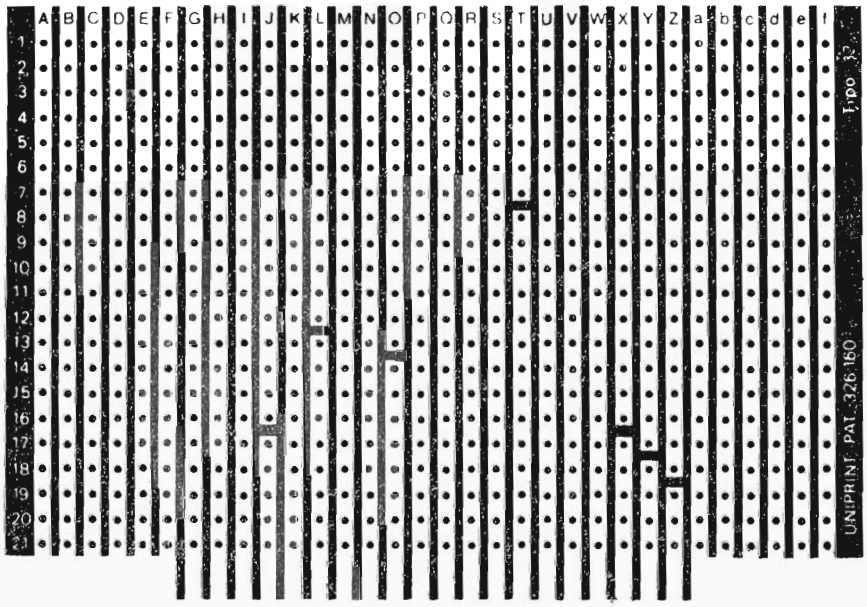


Fig. 10.2 - Vista della piastra Uniprint dal lato delle piste di rame di circuito stampato. Si possono vedere i vari intagli praticati nelle stesse.

dipendentemente dalla corrente industriale, mediante pile di tensione fra 35 e 45 V, perciò il dispositivo gode di una certa autonomia per poter essere installato laddove convenga maggiormente, vi sia o no corrente stradale. Le pile si collegheranno tra i morsetti + e — indicati.

Costruzione

Si è previsto il montaggio sopra una piastra Uniprint tipo 32, con connettore. La figura 10.2 rappresenta detta piastra vista dalla parte delle piste di rame, tenendo presenti i vari intagli da farsi nelle medesime.

La figura 10.3 mostra la disposizione e il montaggio dei componenti e non è necessario dare maggiori dettagli di costruzione. Questo genere di costruzione è molto raccomandato per la sua facile distribuzione e collocazione dei componenti, che formano il circuito. Si devono usare rondelle isolate per il fissaggio dei trasformatori, al fine di evitare corti circuiti di due piste adiacenti con le filettature etc.

Quando si saldano i terminali del diodo rettificatore, si procuri di usare una grossa pinza come « refrigerante » in ciascun terminale, allo scopo di evitare possibili avarie. Per facilitare l'identificazione del circuito di uscita, si usino cavetti colorati, come indicato nella figura 10.3, adottando il colore blu per « vivo » o di alta tensione e il colore nero per il terminale di massa. La lampadina al neon N1, indicatrice dell'accensione o di messa in funzione dell'unità, deve essere montata in un supporto a « occhio di bue » di materiale plastico di color rosso; mentre la lampadina al neon N2, indicatrice di « lavoro », montata allo stesso modo, può essere di colore qualunque, arancio per esempio. La terza lampadina N3 va all'interno della scatola, sopra la piastra Uniprint, col suo corrispondente supporto fissato alla piastra, senza bisogno di alcun « occhio di bue ».

Prima di montare i componenti sulla piastra Uniprint si devono praticare in questa gli intagli indicati in figura 10.2 e fare i fori adatti per il fissaggio dei trasformatori.

Una volta completato il montaggio e ripassati tutti i suoi collegamenti per evitare che si verifichi qualche imprevisto, si metta in servizio l'apparecchio, allo scopo di fare le prove preliminari corrispondenti. (Il collegamento alla rete è previsto per 220 V; se si desidera collegarsi a 127 V, bisogna utilizzare l'avvolgimento 1-2 del primario del trasformatore T1). Assicurarsi che l'estremo lon-

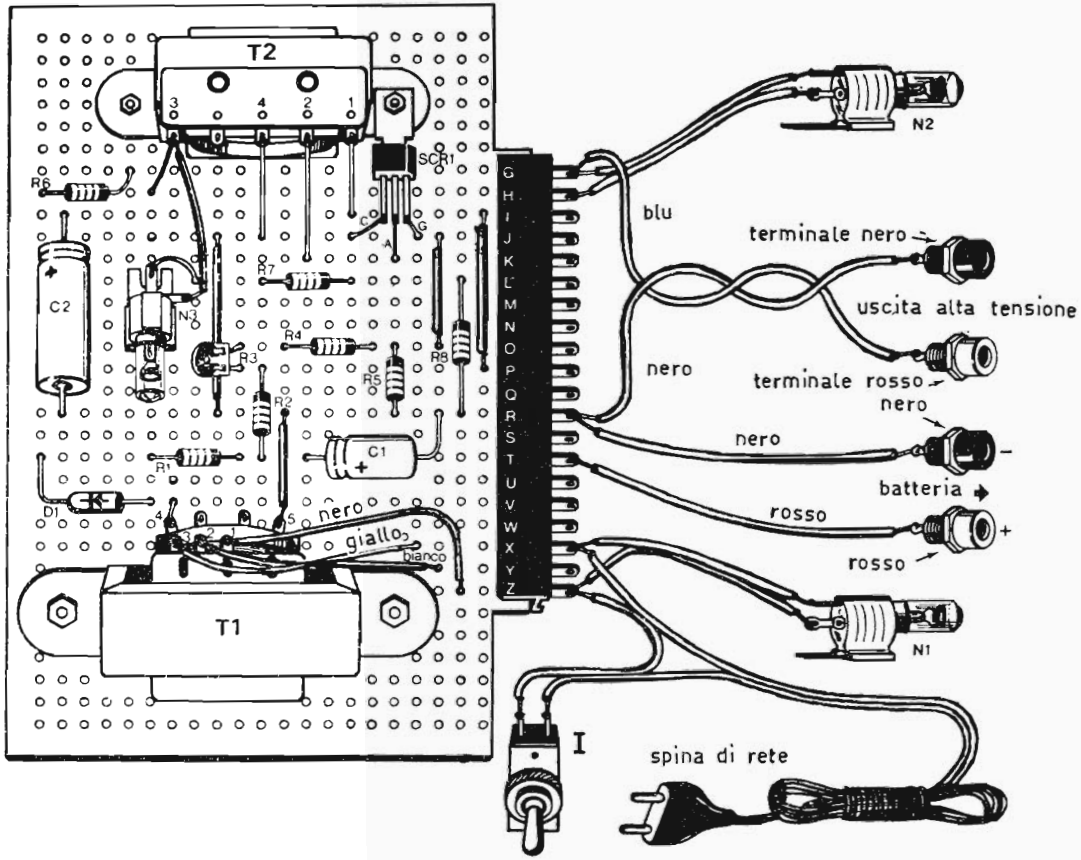


Fig. 10.3 - Vista del montaggio completo del pannello e della filatura dello stesso.

tano del terminale rosso di uscita non tocchi in alcun posto; poi si metta in funzione l'unità mediante l'interruttore I; il normale funzionamento sarà indicato dalla lampadina N1, che dovrà illuminarsi regolarmente. Quando si applica l'alimentazione per la prima volta, si deve aspettare pochi minuti per permettere che i condensatori di filtro si carichino adeguatamente, per cui durante questo periodo iniziale, l'alimentatore non funziona. Dopo questi pochi minuti di attesa, aprire l'interruttore I e collegare i terminali di uscita rosso e nero ad una lampada fluorescente di 20 W o più, se si preferisce. Mettere nuovamente in funzione l'unità e si vedrà che la lampada fluorescente scintillerà ogni volta che il circuito s'innesca. Regolare il potenziometro R3 (controllo di scintillamento) finché il tubo sfarfalli 30 o 40 volte al minuto Questa cadenza è all'incirca quella giusta per un funzionamento di servizio generico, tenendo conto che la frequenza delle scintillazioni suole variare con la temperatura, ma tale variazione non assume importanza alcuna, dato che la frequenza degli impulsi non è critica. Nel caso d'impiego delle pile 35 ÷ 45 V per alimentare il dispositivo in luoghi lontani privi di linea elettrica industriale, si abbia la precauzione di togliere le pile quando non si fa uso dell'apparecchio dato che l'interruttore I di accensione non agisce sul dispositivo in questo caso.

Collegando un voltmetro fra i terminali + e —, si può controllare la tensione continua, quando l'apparecchio funziona normalmente con la rete. Lo strumento di misura deve indicare all'incirca 35 V.

Vediamo ora il procedimento di protezione da impiegare con questo dispositivo elettronico. Per costituire una barriera elettrica si connette una serie di pioli o paletti di legno circondando l'edificio, che si vuole proteggere. Meglio se si dispone il vallo nel giardino, dissimulato tra gli arbusti. L'altezza della palizzata dipende dalle possibilità offerte da ogni singolo caso. Si tendono poi, da paletto a paletto, uno o più fili paralleli al suolo, in modo che non resti troppa distanza fra essi. Questi fili sono in contatto fra loro, ma isolati da terra e collegati al terminale rosso del dispositivo elettronico.

Introducendo una barra di metallo nel terreno, alla quale si collega poi il terminale nero di massa, avremo completato lo sbarramento.

Se in certi posti, il terreno fosse di cemento secco, o di ghiaia (elementi questi, che sogliono formare una massa isolante), conviene stendere sopra il suolo una retina di metallo, che serva da terra e che si deve pure connettere al terminale nero di massa, o ad un punto del terreno, dove questo sia buon conduttore.

CAPITOLO XI

AUTOSCATTO FOTOGRAFICO AZIONATO DALLA LUCE

Ci sono casi nei quali non basta un dispositivo di allarme, o un rivelatore d'intrusi, ma interessa di più avere una prova documentata di chi fosse l'intruso, poiché può darsi che questo riesca a fuggire quando sia stato dato l'allarme.

Niente di meglio, in questi casi, che una fotografia della spia, scattata mentre entrava nel locale in cui non doveva entrare.

Si richiede, quindi, un dispositivo di facile realizzazione e che permanga all'erta per tutto il tempo necessario. A tale uopo, si descrive in questo capitolo un apparecchio, che parte dal principio di azionare un dispositivo fotoelettrico, quando viene interrotto il raggio luminoso, che incide su di esso. A tempo debito deve soddisfare le seguenti condizioni:

1) rispondere ai movimenti rapidi o lenti che eseguono le persone da fotografare;

2) non essere influenzato dalle variazioni troppo lente della luce, come le variazioni d'intensità della luce diurna;

3) la distanza fra la sorgente luminosa e l'unità di eccitazione deve essere la più grande possibile, allo scopo di evitare che la presunta spia possa scoprire la presenza dell'apparato fotografico;

4) come è logico, l'unità deve essere leggera, portatile e di poco consumo;

5) si possa collocare un filtro color rosso scuro sopra il raggio luminoso, affinché il suo bagliore non possa essere svelato.

Il principio di funzionamento di questo dispositivo è rappre-

sentato nello schema di figura 11.1. Lo schema dettagliato del circuito è dato in figura 11.2.

Questo circuito si basa sulla diminuzione dell'intensità luminosa incidente sulla fotocellula, in seguito alla proiezione dell'ombra del soggetto da fotografare, per azionare lo sblocco di un multivibratore monostabile. Il raggio luminoso può essere diretto verso il fototransistore mediante una lente di piccola potenza (per esempio un monocolo di quelli usati dagli orologiai per le loro riparazioni).

I transistori Tr1 e Tr2 formano un circuito multivibratore, mentre la funzione, che compete a Tr4 è di azionare il relé.

Si consideri che, in un determinato istante, il fototransistore Tr1 sia illuminato. Quando sia collegata l'unità di eccitazione o di scatto, il transistore Tr3 passa in conduzione, dato che la sua base è ritornata al polo negativo attraverso la resistenza R7. Così la tensione collettore-emettitore è molto vicina al valore zero e i transistori Tr2 e Tr4 si trovano polarizzati alla loro tensione di bloccaggio. Il circuito rimane indefinitamente in questo stato, poiché non è obbligato a commutarsi per l'azione di un segnale applicato esteriormente. Se s'interrompe il raggio luminoso, resta applicato alla base del transistore Tr2 un impulso negativo, che fa sì che questo transistore divenga conduttivo, dando luogo, al tempo giusto, ad un impulso positivo al suo collettore. Detto impulso viene applicato alla base del transistore Tr3, attraverso al condensatore

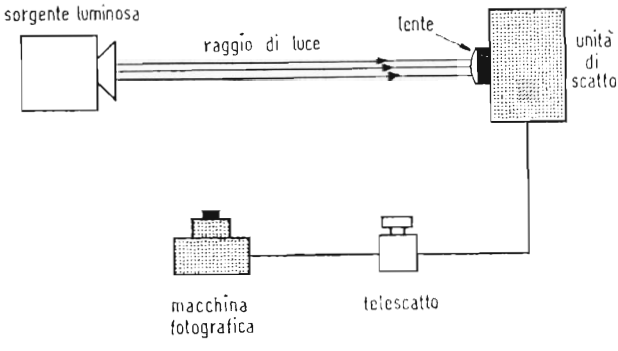


Fig. 11.1 - Schema a blocchi dell'installazione dell'autoscatto descritto nel presente capitolo.

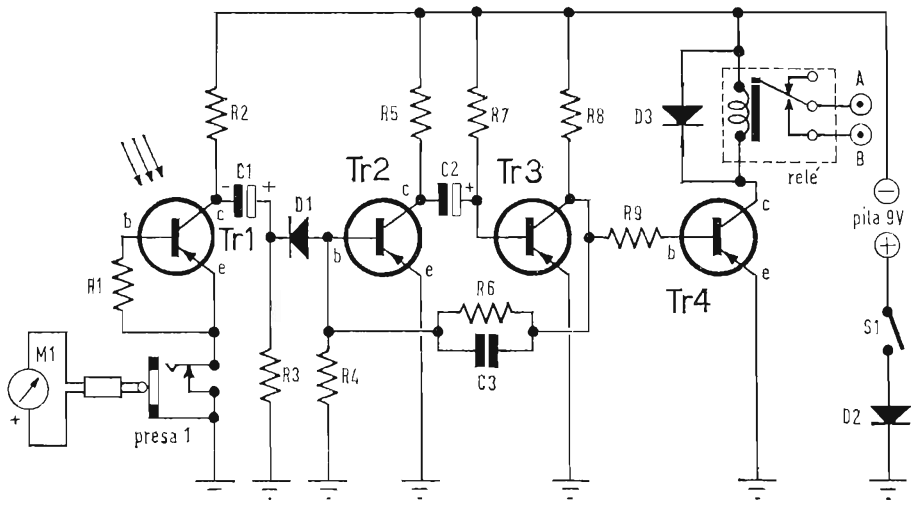


Fig. 11.2 - *Schema elettrico dell'autoscatto fotografico.*

Fig. 11.2 - Componenti: R1 = 18 kΩ; R2 = R5 = R8 = 3,9 kΩ; R3 = 0,12 MΩ; R4 = 0,15 MΩ; R6 = 15 kΩ; R7 = 39 kΩ; R9 = 4,7 kΩ (tutte le resistenze sono da 1/3 a 1/2 W, 10%); C1 = C2 = 10 μF/16 V, elettrolitico; C3 = 2,2 pF, poliestere o ceramico a disco; Tr1 = fototransistore tipo OCP71; Tr2 = Tr3 = **Tr4** = transistore PNP al silicio, tipo 2N4289; D1 = D2 = D3 = diodi tipo OA81 (OA91); 1 relé di 185 Ω, 6 ÷ 10 V c.c.; S1 = interruttore unipolare a sfera; M1 = milliamperometro di 1 mA fondo scala; presa 1 = presa miniatura commutabile; 1 pila 9 V; 1 piastra di bachelite perforata o di circuito stampato; 1 cassetta di materiale plastico; 1 filo connettore con bottoncino a molla per pila; 2 boccole per banane; 1 basetta con 4 terminali.

C2, con ciò quello rimane bloccato. Sul collettore del transistore Tr3 appare un impulso negativo, che, applicato alla base del transistore Tr4, fa sì che questo azioni il relé.

Il circuito viene ora a trovarsi nella seconda delle sue possibili condizioni: Tr2 diviene conduttivo e Tr3 si blocca; ma questo stato non può persistere a lungo, perché il condensatore C2 (che era stato caricato dall'impulso, che, emesso da Tr2, era diretto a Tr3) inizia la sua scarica attraverso R7 e il circuito di uscita di Tr2. A misura che C2 si scarica, la base del transistore Tr3 si fa ogni volta meno positiva, fino che inizia la conduzione del medesimo. In questo momento, il circuito si trova nuovamente nel suo stato stabile.

Quando s'interrompe il raggio luminoso incidente sul fototransistore, l'unità passa dal suo stato stabile (Tr3 conduttivo, Tr2 e Tr4 interdetti) ad uno stato instabile (Tr3 bloccato, Tr2 e Tr4 condutti-

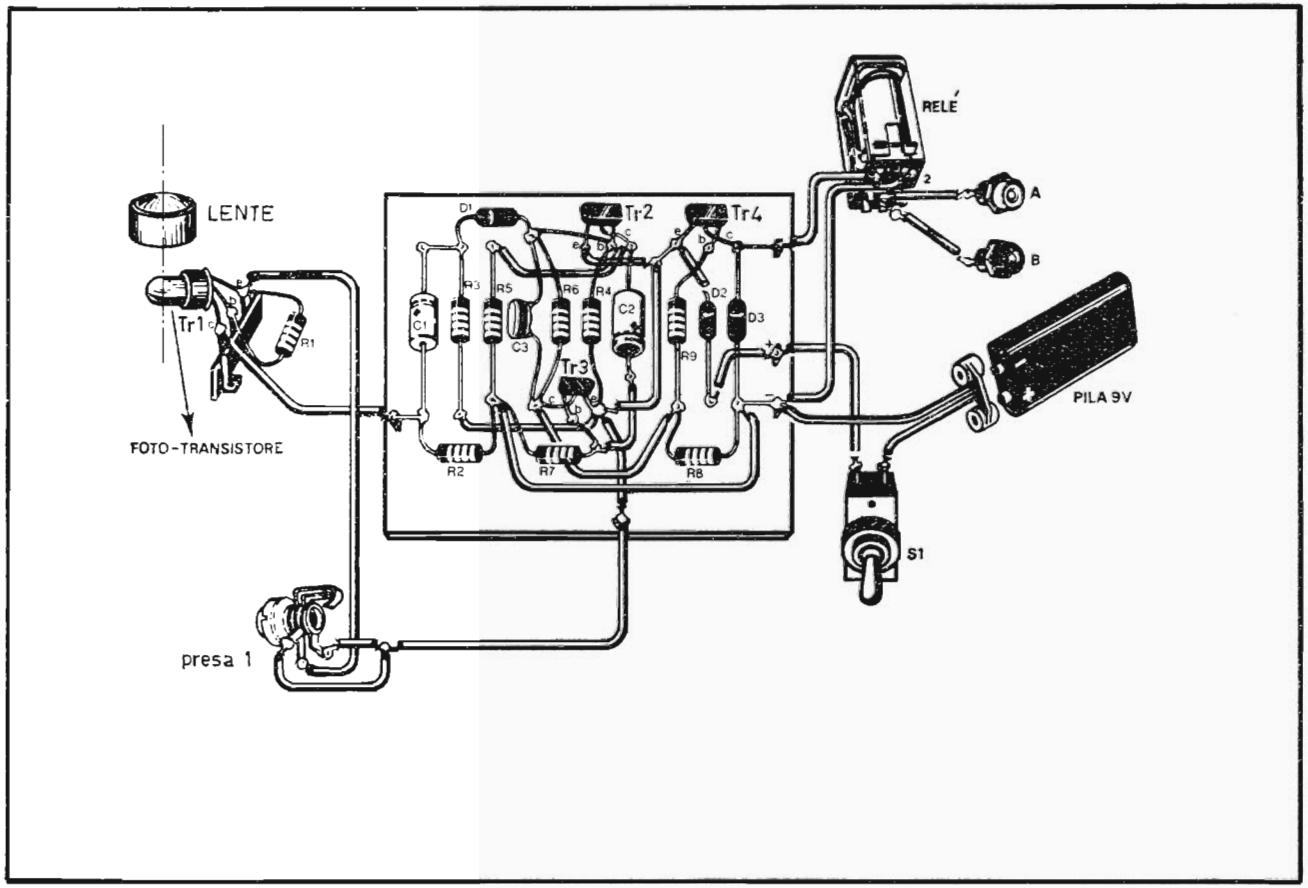


Fig. 11.3 - Aspetto del montaggio e della filatura dell'unità di scatto.

vi), nel quale aziona il relé. Il tempo di durata di quest'ultimo stato si può calcolare con la seguente formula: $t = 0{,}69\ R7\ C2$ secondi.

Con i valori indicati nello schema, il tempo di azione del relé è 0,2 secondi approssimativamente. Se questo tempo non fosse sufficiente, si può incrementarlo aumentando il valore della capacità C2. Normalmente è preferibile che l'unità agisca con il minimo ritardo di tempo, per cui l'aggiunta del condensatore C3, offrendo un'apprezzabile reazione alle alte frequenze e assicurando con ciò che gli impulsi rettangolari generati sui collettori dei transistori Tr2 e Tr3 siano di forma ben definita, torna favorevole in quanto il circuito monostabile cambi in maniera sicura e rapida di stato.

Tanto D1, quanto D2 e D3 possono essere diodi di tipo qualunque usato per circuiti di segnali deboli; l'introduzione di D3 evita che la f.c.e.m. originata dalle variazioni del campo magnetico del relé, deteriori il transistore Tr4. D2 è inserito in circuito per evitare i danni che potrebbe causare ai semiconduttori, l'inversione accidentale delle connessioni della pila.

La forma dell'unità dipende essenzialmente dalle necessità del costruttore. Nella fotografia della figura 11.4 si può vedere la disposizione dei componenti una volta montati nella scatola, sebbene tale disposizione dipenda in grande misura dalla distanza focale della lente adoperata. Quella che si è adottata nel prototipo ha la distanza focale di 50 mm., ottenendo un risultato soddisfacente. In

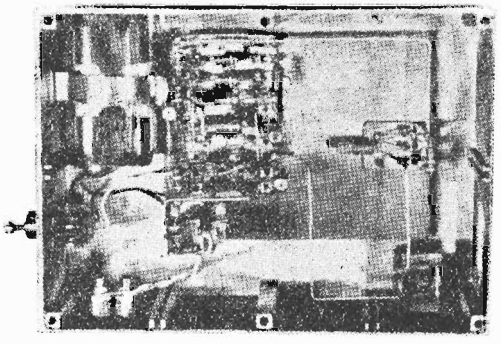


Fig. 11.4 - Vista interna dell'unità di eccitazione, dove si vede la disposizione dei componenti e i loro collegamenti. Si osservi che il fototransistore deve risultare allineato con la lente montata sopra il coperchio.

figura 11.5 si può vedere la lente montata in un foro praticato nel coperchio della scatola.

L'unità di scatto deve essere collegata ad uno degli scatti fotografici, che si possono acquistare nelle fabbriche di questi generi e che generalmente sono costituiti da una bobina azionata da una pila nel momento di effettuarsi il contatto.

Lo strumento di misura M1, collegato in serie col fototransistore Tr1, si usa per fare la regolazione del dispositivo. Per fare questo, lo si collega esternamente mediante il connettore 1, i cui contatti rimangano chiusi, quando non se ne fa uso.

Il fototransistore deve essere montato come indicato nella fotografia della figura 11.4, in modo da trovarsi di fronte alla lente, che deve essere montata sull'altro lato della scatola, avendosi praticato in precedenza un foro adatto.

Se si usa una lampadina di quelle impiegate per l'illuminazione delle biciclette, si può ottenere un funzionamento soddisfacente del dispositivo, quando il raggio di luce proveniente dalla lampadina stessa si trova alla distanza massima di 12 metri, quando non sia applicato il filtro rosso, e di 6 metri quando quest'ultimo è applicato.

Si posizioni la sorgente luminosa nella direzione giusta e la si accenda. Si collochi poi l'unità di scatto nel campo del raggio luminoso e la si ponga in funzione. Si muova l'unità di scatto in tut-

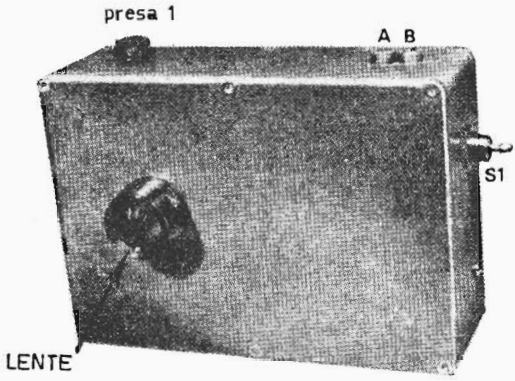


Fig. 11.5 - Parte frontale della cassetta che contiene l'apparecchio di scatto fotografico azionato dalla luce.

te le direzioni, fino a ottenere la massima lettura sullo strumento M1. Si fissi l'unità di scatto in questa posizione e si proceda in seguito a focalizzare la luce sul fototransistore Tr1. Affinché il lavoro dell'unità sia corretto, lo strumento di misura deve indicare come minimo la corrente di 0,5 mA. Non è necessario aumentare la quantità di luce, dato che interessa solo regolare l'intensità luminosa della sorgente al valore 0,5 mA richiesto. Si tolga lo strumento di misura dalla presa 1: passando poi la mano davanti al fascio luminoso, si potrà udire istantaneamente il rumore dello scatto del relé. Per controllare che questo funzioni correttamente, si possono collegare i connettori di uscita in modo provvisorio ad un ohmmetro o ad una lampadina montata in serie con una batteria.

Controllato che il montaggio sia corretto, si colleghi l'apparecchio fotografico lontano all'unità di scatto, lasciando il dispositivo pronto per riprendere le fotografie desiderate.

CAPITOLO XII

LA MACCHINA DELLA VERITA'

Un problema di difficile soluzione che si presenta ai servizi del controspionaggio è il valore che devono attribuire alle dichiarazioni di individui sospetti o di confidenti. Rimane sempre il dubbio se l'individuo abbia detto la verità, o se abbia fatto una dichiarazione destinata a fuorviare gli agenti, o per guadagnare tempo. Il problema è tanto più delicato quando si sospetta che l'individuo interrogato possa essere un agente che fa il doppio gioco.

Per coadiuvare ai servizi di sicurezza, si è ideato un apparecchio, la cui finalità non è di obbligare una persona a dire la verità, ma piuttosto di indicare se le sue dichiarazioni sono sincere o false. In altri termini, indica l'affidamento che le sue informazioni possono meritarsi.

Per fare questo, bisogna sfruttare la rivelazione di fenomeni, che siano indipendenti dalla volontà del soggetto, in modo che se questi vuole fare una dichiarazione falsa, non possa controllare certi indizi, che rivelano il suo proposito d'ingannare.

Considerando le varie reazioni che presenta il corpo umano in conseguenza di emozioni psichiche, due tra le più interessanti sono la variazione del ritmo cardiaco, in seguito alla quale varia la velocità di circolazione del sangue e le variazioni della secrezione delle nostre glandole sudorifere, si può affermare che qualunque essere umano, indipendentemente dal suo grado di emotività, soffre di una variazione di pulsazioni cardiache e dell'intensità di sudorazione, quando prova un'emozione qualsiasi, che alteri, anche momentaneamente, il suo equilibrio psichico. Ciò, beninteso, in mi-

sura direttamente proporzionale all'emotività ed in modo completamente indipendente dalla volontà del soggetto. Basta, inoltre, trovare un mezzo col quale si provochino queste alterazioni, per stabilire con certezza se esiste o no l'emozione.

Questo preambolo è stato necessario per chiarire il principio fondamentale sul quale è basato l'apparecchio che stiamo per descrivere.

Come devono sapere coloro i quali possiedono nozioni anche rudimentali di biologia, il sangue e il sudore sono soluzioni saline, capaci pertanto di condurre una corrente elettrica. Questo è uno dei motivi per i quali possiamo chiudere un circuito elettrico col nostro corpo e per i quali si ha un'indicazione da parte dello strumento quando stringiamo con le dita i puntali di un ohmmetro di sufficiente sensibilità. Allora, a motivo di questa inevitabile conduttività della corrente da parte della nostra pelle, il nostro corpo è sempre capace di chiudere un circuito elettrico, applicato tra due punti qualsiasi della nostra superficie esterna. Oltre a ciò, tutti sap-

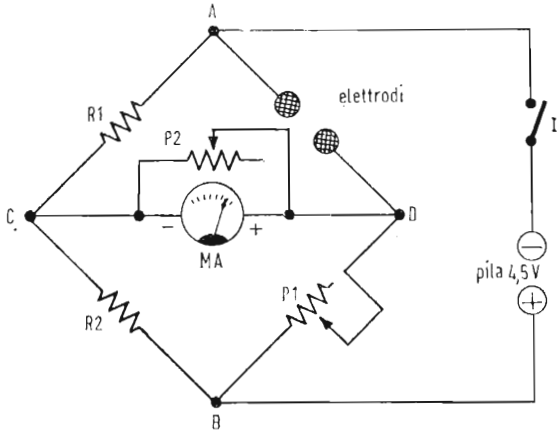


Fig. 12.1 - Schema elettrico della « macchina della verità ». Il circuito è un ponte di Wheatstone, che è in equilibrio quando R1 = R2 e quando la resistenza presente fra gli elettrodi equivale a quella di P1. P2 regola la sensibilità dello strumento, per evitare forti e casuali deviazioni dell'indice. Componenti: R1 = R2 = 47 kΩ, 1/2 W, 10%; P1 = potenziometro lineare di 0,1 MΩ; P2 = potenziometro lineare di 25 kΩ; MA = microamperometro di 50 μA fondo scala, con zero centrale; 1 pila 4,5 V; I = interruttore unipolare a sfera; 1 cassetta di plastica o metallica, le cui dimensioni dipendono da quelle dello strumento adottato; 2 terminali per banane; 2 elettrodi; 2 banane per gli elettrodi; 2 manopole.

piamo che una delle zone dove abbiamo la maggior quantità di sudore in determinati istanti è il palmo della mano. Se misuriamo con un ohmmetro qualunque, che abbia almeno la sensibilità di 100.000 ohm, applicando i due puntali tra il palmo della mano sinistra e quello della mano destra, con una sufficiente pressione di contatto, otteniamo una lettura compresa fra un minimo di 20.000 ohm ed un massimo di 100.000 ohm. Naturalmente ciò si verifica anche quando le mani dell'individuo sono quasi perfettamente secche, perché la pelle, soprattutto nel palmo della mano, non è assolutamente secca, e pure a causa della continua irrigazione di sangue da parte dei vasi capillari che alimentano tutti i punti del nostro tessuto. La diversa resistenza ohmica tra i due palmi delle mani dipende dalla composizione chimica del sangue, dalla percentuale di sostanze grasse presenti sulla superficie esterna della pelle, nonché dalla maggiore o minore attività delle glandole sudorifere. Perciò si ha sempre una resistenza minore di 100.000 ohm. Tale resistenza, d'altra parte, varia con la velocità di circolazione del sangue e con la secrezione delle glandole sudorifere e, quindi, con le variazioni delle condizioni emotive del soggetto.

Qualunque essere umano dotato di una certa sensibilità sa che quando mente di proposito provoca in se stesso un'inevitabile emozione interna. Tale emozione, normalmente avvertibile sotto forma di rossore nel viso, per l'accelerazione del ritmo del cuore o per sudor freddo, si produce indipendentemente dalla nostra volontà e in misura tanto più alta quanto maggiore è l'imbarazzo psichico creato dalla risposta falsa.

Probabilmente, il lettore ha già intuito un'applicazione possibile di questo strumento, potendo riunirsi con un gruppo di persone che si prestino al gioco della verità, facendo sì che gli « sbirri » improvvisino domande con un'indiscrezione commisurata e subordinata alle possibilità di sopportazione dei partecipanti.

Ritornando ora al principio di funzionamento, l'aumento della velocità di circolazione del sangue e quello del sudore sono fenomeni che provocano un'immediata diminuzione della resistenza che la pelle offre al passaggio di una corrente elettrica. Tale principio, poi, può essere sfruttato, senza pericolo, per stabilire se la persona interrogata dice o no la verità. In pratica, si tratta di applicare due semplici elettrodi di metallo nel centro del palmo delle due mani del soggetto volontario; ciò fatto, non resta altro che iniziare la serie di domande preparate in precedenza, controllando con lo strumento la maggiore o minore costanza della resistenza elettrica presente tra i due punti di contatto con il « paziente ». Se l'indice si mantiene quasi immobile, è evidente che nessuna emozione inter-

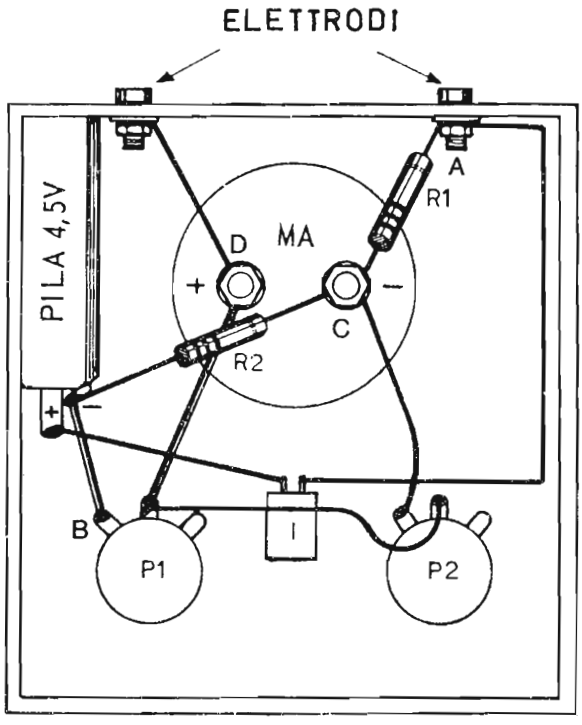


Fig. 12.2 - Schema di montaggio della « macchina della verità » e che mostra la disposizione più conveniente dei componenti.

viene ad alterare il valore resistivo primitivo; se, per contro, l'indice si sposta improvvisamente, nello stesso momento della risposta, ci sono molte probabilità che questa non sia sincera.

Sotto questo aspetto, prima di procedere alla descrizione, è necessario fare una considerazione: esistono soggetti tanto emotivi, che si emozionano solo partecipando al gioco e quindi indipendentemente dalla sincerità con cui rispondono alle domande; in conseguenza, è conveniente predisporre il volontario, prima di iniziare il gioco, come vedremo più avanti.

Descrizione del circuito

La « macchina della verità » non è altro che un ponte di Wheatstone, il cui circuito elettrico è riportato in figura 12.1. La pila di

tipo parallelepipedo di 4,5 V fornisce una tensione talmente bassa, che non può produrre danno a nessuno.

Tale tensione viene applicata, mediante l'interruttore, tra i punti A e B del circuito a ponte, nei quali la corrente elettrica si divide in due percorsi diversi: uno è costituito dalle resistenze R1 e R2 in serie tra loro; l'altro, a sua volta, costituito dalla resistenza esistente tra i due palmi delle mani del soggetto, che si sottopone al gioco, la quale presenta il potenziometro P1 pure in serie.

Secondo il principio di funzionamento del circuito a ponte, se la resistenza tra i due elettrodi applicati alle mani del soggetto è uguale a quella del potenziometro, e se R1 ha valore uguale a R2, nei punti C e D del circuito si hanno due potenziali identici fra loro. In tali condizioni, cioè in assenza di una differenza di potenziale fra C e D, non c'è passaggio di corrente attraverso il galvanome-

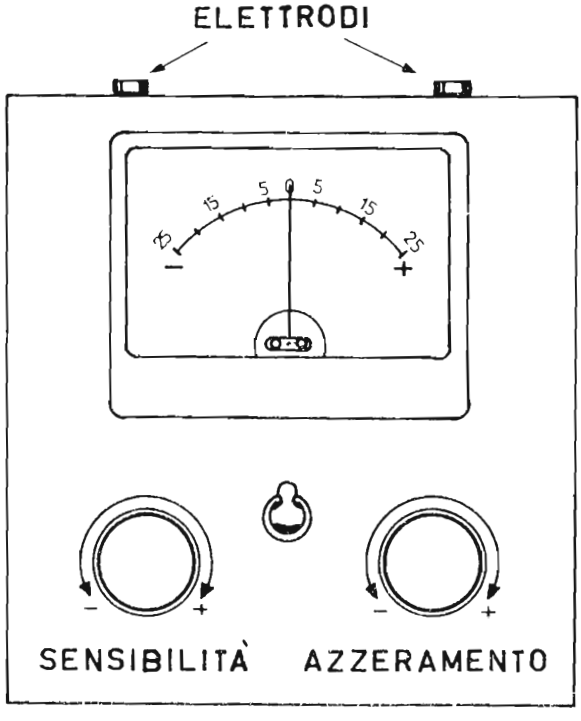


Fig. 12.3 - Aspetto frontale della « macchina della verità », una volta ultimata la sua costruzione.

tro MA. Se, per contro, per effetto di un aumento della conduttività della pelle del soggetto, la resistenza tra gli elettrodi applicati alle sue mani diminuisce, il punto D assume un potenziale più positivo del punto C, che si mantiene a potenziale costante. In conseguenza di ciò, l'indice del galvanometro si sposta e... il gioco è fatto. Ciò significa che il soggetto ha mentito, a meno che la variazione sia dovuta alla sua emotività interna, indipendentemente dalla sua sincerità.

Lo strumento

Lo strumento è un sensibile microamperometro con la portata massima di 50 microampère, a zero centrale; in conseguenza, una corrente di solo 25 milionesimi di ampère è sufficiente per spostare l'indice all'estremo sinistro o al destro, secondo la sua polarità. Per questo motivo si è previsto il potenziometro P2, il cui scopo è quello di diminuire la sensibilità, se le oscillazioni dell'indice fossero eccessive.

Gli elettrodi

I due elettrodi possono essere costituiti da due dischi di ottone, ai quali venga saldato un pezzo di conduttore flessibile isolato del tipo usato normalmente per le lampade elettriche da salotto. La lunghezza deve essere approssimativamente di un metro, perciò basta separare i due conduttori di un metro di piattina bifilare comune. Per migliorare il contatto, è conveniente che i dischi siano leggermente convessi da un lato, precisamente da quello che si deve appoggiare contro il palmo della mano, per poi fissarsi subito con una striscia di cerotto.

Costruzione del dispositivo

La costruzione del dispositivo è molto semplice. Qualsiasi cassetta di plastica o di metallo di dimensioni adatte, può contenere tutto il complesso, secondo lo schema di montaggio della figura 12.2, che mostra l'interno dell'apparecchio. In figura 12.3 si vede la parte esterna. La pila può essere fissata su di un lato, o essere lasciata libera, in modo che si appoggi sul fondo della cassa.

L'interruttore disposto nella parte frontale della scatola, impe-

disce che la batteria si scarichi quando il dispositivo in oggetto non viene usato.

Impiego della « macchina della verità »

Quando si voglia fare una prova, si raccomanda al soggetto che si sottopone all'interrogatorio di lavarsi bene le mani per sgrassarle nel modo più perfetto. Poi gli si applicano gli elettrodi nel modo illustrato in figura 12.4.

In seguito, si riduce al minimo la sensibilità del microamperometro, girando completamente in senso antiorario il bottone di P2 (sensibilità). Il soggetto deve stare in una posizione tale che non gli sia possibile vedere la scala dello strumento.

Girando completamente P2 verso sinistra, e dopo aver chiuso l'interruttore I, mettendo in funzione l'apparecchio, si regola lentamente P1 fino a portare l'indice al centro della scala. Si agisce poi su P2 in modo da aumentare la sensibilità dello strumento, con una rotazione lenta verso destra e mantenendo costante la posizione dell'indice al centro della scala. Fatto ciò, è conveniente informare il soggetto che le mani devono mantenersi il più quiete ed aperte possibile, con il palmo appoggiato sopra il ginocchio, per evitare che i movimenti istintivi e involontari facciano variare la resistenza di contatto con gli elettrodi, compromettendo le deviazioni dell'indice.

Il soggetto deve essere poi condizionato, con domande alle quali possa dare una risposta sincera. Tali domande tendono al solo fine di rasserenare l'animo del soggetto, soprattutto se questo è particolarmente emotivo. Fatta questa prova, alle domande innocenti si faranno seguire altre di maggiore importanza, facenti parte del gioco.

Le domande che si possono fare senza incorrere nell'illegalità sono infinite e dipendono naturalmente dalla natura dei rapporti tra i partecipanti. Pertanto non insisteremo su questo punto. Ciò che conta è che l'apparecchio deve essere impiegato solo come passatempo e con persone che si dichiarino disposte a fare da « sospettati ».

Conclusione

Quando la « macchina della verità » si usa per evitare che agenti stranieri pongano in pericolo la sicurezza della nazione, le indicazioni di questo apparecchio possono risultare di grande valore. E' parimenti pericoloso per i servizi di controspionaggio l'essere trop-

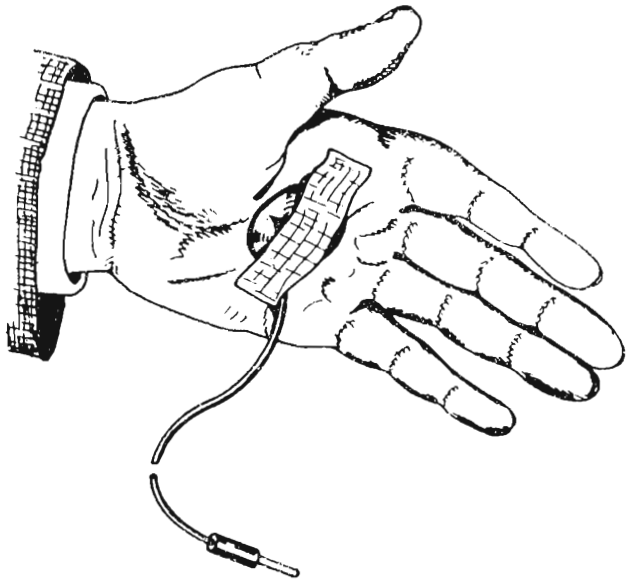


Fig. 12.4 - I due eletrodi, consistenti in due dischi di ottone, ai quali sono saldati due conduttori terminati ciascuno con una banana, devono avere la forma leggermente convessa; vengono applicati con un poco di nastro adesivo al palmo di ciascuna mano. Le mani devono poi essere collocate in modo che si appoggino sopra le ginocchia, per assicurare un contatto a pressione costante.

po creduloni, come l'essere eccessivamente diffidenti. Abbondano i casi nei quali il corso di una guerra avrebbe cambiato di andamento, se si fossero accettate le informazioni date da un agente di spionaggio, al quale non si è voluto dare credito. Forse è questo l'impiego più significativo di questo apparecchio e che gustifica pienamente il suo nome. In caso di errore nelle indicazioni dello strumento, è molto più probabile che dia per falsa una risposta veritiera (dovuta ad un eccesso di emotività dell'interrogato) che il contrario, poiché è quasi impossibile che il soggetto possa controllare certe reazioni fisiologiche incoscienti. Pertanto, allora, parlando con precisione, non si tratta di un « rivelatore di menzogne », ma piuttosto di una « macchina della verità ».

CAPITOLO XIII

SERRATURA ELETTRONICA

I sistemi di rivelazione applicati alla lotta contro lo spionaggio partono, per la maggior parte, da un presupposto: che la spia sia riuscita ad entrare nel luogo dove si custodisce qualcosa che si deve mantenere segreto. Evidentemente, sarebbe molto desiderabile evitare di arrivare a questo punto. Non sempre ciò sarà possibile, però in molti casi sarà utile installare una serratura elettronica, molto più sicura di una meccanica.

Il funzionamento di questa serratura è basato sull'azione di un campo magnetico, creato da un'unità oscillatrice. Avvicinandola ad un'altra unità captatrice, situata dietro la porta, induce un segnale che attiva un relé e questo applica l'alimentazione ad un chiavistello elettrico agente sopra la porta. L'unità captatrice è costituita da un circuito accordato formato da una bobina e da un condensatore, che risponde solamente alla frequenza fondamentale e non alle altre, che potrebbero essere presenti all'uno o all'altro lato di detta fondamentale.

Il segnale, che agisce sull'unità captatrice, si ricava da un transistore oscillatore Tr1, che forma parte dell'unità oscillatrice (v. figura 13.1). Il campo magnetico variabile prodotto dall'unità oscillatrice viene irradiato nello spazio per mezzo della bobina B1, che può indurre un segnale in qualsiasi bobina captatrice disposta nelle sue vicinanze. Tale è il caso della bobina B3 dell'unità captatrice, il cui circuito è riportato nella figura 13.4. Questa bobina è accordata dal condensatore C3 alla frequenza stessa generata dall'unità oscil-

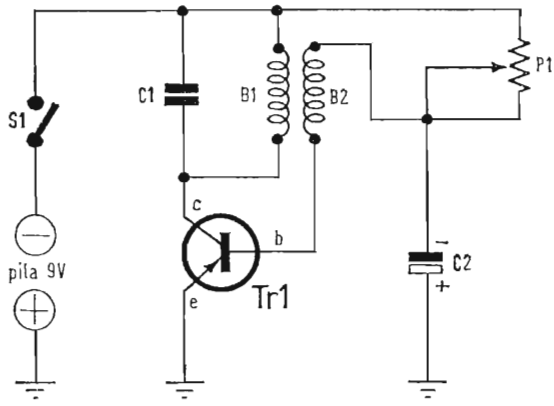


Fig. 13.1 - *Schema elettrico dell'Unità oscillatrice « Chiave ».*

Fig. 13.1 - Unità oscillatrice « chiave ». Componenti: C1 = 0,1 μF, poliestere, tipo a piastrina; C2 = 1,6 μF/25 V, elettrolitico; Tr1 = transistore PNP, tipo AC188; P1 = potenziometro di regolazione di 5 kΩ, tipo PA10C; B1 = B2 = bobina oscillatrice, consta (ciascuna) di 300 spire filo di rame smaltato di 0,18 mm. di diametro, avvolte sopra un supporto di 25 mm. di diametro (vedi testo); S1 = interruttore miniatura a levetta; 1 pila 9 V; 1 piastra Uniprint, dalla quale si deve ritagliare un pezzo di 25 x 22 mm. (vedi figura 13.2); fili per collegamenti rosso e nero.

latrice. Il segnale captato da B3 viene rettificato da D1 e filtrato da C4, ai terminali del quale appare una tensione continua proporzionale al segnale ricevuto, tensione che viene applicata alla base di Tr2, il quale amplifica la tensione di entrata per eccitare, attraverso il controllo di sensibilità P2, il circuito sganciatore Schmitt (Tr3 e Tr4). Questo, ricevendo la tensione amplificata da Tr2, via P2, porta in conduzione Tr4 provocando un passaggio di corrente nel suo collettore e, dato che la bobina del relé è inserita nel suo circuito, farà eccitare il relé e chiudere i suoi contatti 3 e 4 di utilizzazione. Questi contatti applicano l'alimentazione ad un catenaccio elettrico che, opportunamente disposto in luogo del classico chiavistello di una porta, agisce su questa e la fa aprire.

Caratteristiche di alcuni componenti

Le bobine B1, B2 e B3 sono identiche e sono costruite avvolgendo, sopra un supporto di 25 mm. di diametro, 300 spire di filo di rame di 0,18 mm. di diametro (le bobine rappresentate nei mon-

taggi delle figure 13.3 e 13.6 possono dare un'idea di come devono essere costruite). Una volta effettuati gli avvolgimenti, si possono togliere i supporti, avvolgendo le spire con nastro isolante.

Le bobine B1 e B2 si collocano una sopra l'altra, formando un blocco compatto con nastri isolanti, come si vede nel montaggio di figura 13.3. All'interno di questo blocco si può introdurre la piastra Uniprint di montaggio dell'unità oscillatrice, affinché lo spazio occupato da tutto il complesso non sia molto grande.

L'unità oscillatrice o chiave elettronica può, a sua volta, essere contenuta in una piccola scatola di plastica, oppure in una lanterna pure di plastica.

L'alimentazione dell'unità oscillatrice si ottiene da una pila di 9 V, essendo il consumo totale di questa unità dell'ordine di 40 mA.

Alimentazione della serratura elettronica

Dato che la tensione continua di eccitazione della maggior parte dei solenoidi ed elettromagneti è di 12 V, per l'alimentazione dell'unità captatrice o serratura elettronica si è prevista quella di 12 o 13,5 V, ottenendosi questa tensione da 3 pile parallelepipede di 4,5 V poste in serie, o da un alimentatore. Si rende noto qui che il consumo dell'unità captatrice, senza segnale, è di circa 5 mA e invece, quando funziona con segnale, il consumo aumenta considerevolmente, essendo nel nostro prototipo dell'ordine di 100 mA.

Tale consumo è eccessivo per un funzionamento prolungato, che scarica le pile prematuramente. Perciò riteniamo più consigliabile e pratico, se si tratta di costituire un apparecchio in servizio

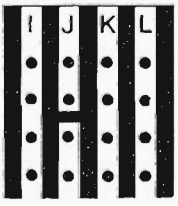


Fig. 13.2 - Frammento di piastra Uniprint, 25 x 24 mm., per il montaggio dell'unità « chiave » oscillatrice.

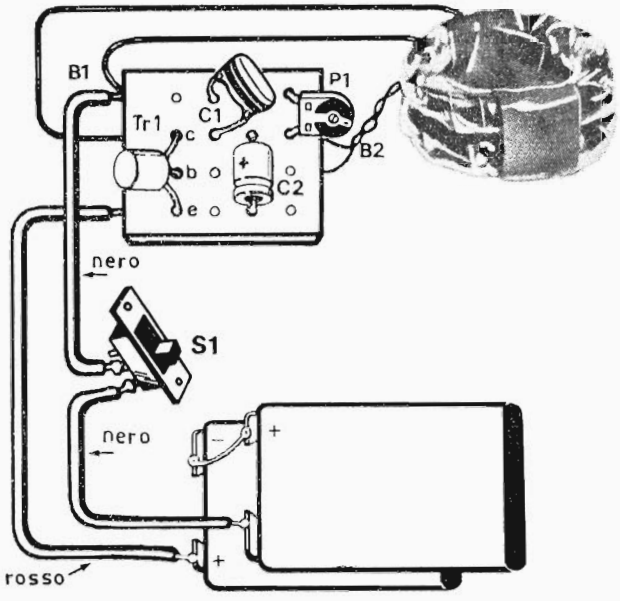


Fig. 13.3 - Schema pratico di montaggio dell'unità « chiave » oscillatrice.

continuativo, utilizzare un alimentatore di continua ottenuta a partire dalla tensione di rete c.a.

Semiconduttori utilizzati

Sebbene si siano previsti transistori di bassa frequenza per entrambi i circuiti, è possibile l'uso anche di transistori di alta frequenza. Si deve notare che, dato che nei transistori Tr1 e Tr4 circola una forte corrente, questi devono essere dei tipi impiegati per stadi di uscita di media potenza. Inoltre, per evitare un eccesso di riscaldamento, si devono dotare questi transistori di un dissipatore di calore tipo corona, per esempio.

I transistori Tr2 e Tr3 possono essere di tipo per piccoli segnali, di quelli usati negli stadi preamplificatori.

I diodi D1, D2 e D3 sono di tipo OA81. La funzione dei diodi D1 e D3 è di lasciar passare le punte di corrente create dalla forza

controelettromotrice generata nella bobina del relé e del solenoide, quando la corrente continua che le attraversa viene interrotta bruscamente, evitando di danneggiare il transistore.

Se come catenaccio si usa un solenoide di eccitazione in continua a 12 V, per il collegamento e il distacco di questa tensione di eccitazione non occorrono contatti speciali; è come dire che il relé può avere i suoi contatti normali di lavoro. Invece, se si usa un chiavistello elettrico, bisogna tener conto della tensione e della corrente di lavoro del medesimo, per fare l'opportuna modifica nel circuito, dovendosi, in tal caso, usare un relé i cui contatti di lavoro siano capaci di interrompere forti correnti. Il diodo D3 deve essere allora del tipo BY127 o similare.

Da quanto precede, si deduce il tipo di relé da impiegare; è chiaro che la tensione di eccitazione di questo deve essere 9 V e che

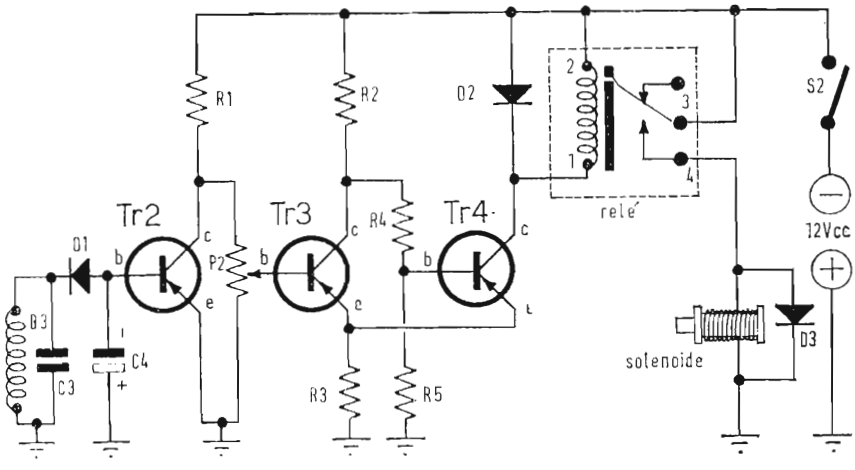


Fig. 13.4 - *Schema elettrico dell'Unità captatrice « Serratura ».*

Fig. 13.4 - Unità captatrice « serratura ». Componenti: R1 = R2 = 4,7 kΩ; R3 = 47 Ω; R4 = 1 kΩ; R5 = 47 kΩ (tutte le resistenze sono da 1/3 o 1/4 W, 10%); C3 = 0,1 μF, poliestere, tipo a piastrina; C4 = 1,6 μF/25 V, elettrolitico; Tr2 = Tr3 = transistori PNP, tipo AC188; D1 = D2 = D3 = diodi tipo OA81 (vedi testo); P2 = potenziometro regolabile di 0,5 MΩ; B3 = bobina captatrice: consta di 300 spire di filo rame smaltato diametro 0,18 mm., avvolte sopra un supporto di 25 mm. di diametro (vedi testo); 1 relé di 430 Ω, 9 V c.c. (contatti di lavoro normali, vedi testo); S2 = interruttore unipolare a sfera; 1 solenoide per 22 V c.c.; alimentazione 12 V c.c.; 1 piastra Uniprint, tipo 10, dalla quale si deve tagliare un pezzo di 35 x 67 mm.; filo di ancoraggio di 1 mm. di diametro.

i contatti 3 e 4 devono essere utilizzati separatamente solo come interruttore del chiavistello elettrico.

Costruzione del chiavistello

Abbiamo voluto che questo apparato sia completamente sperimentale e perciò abbiamo previsto che il cursore di chiusura sia anch'esso costruito dal suo montatore. Nella figura 13.7 è indicato il disegno di un solenoide, all'interno del quale è visibile una molla e una barretta, che fa da nucleo del solenoide. La molla preme normalmente contro la barretta, essendo questa disposta nell'infisso della porta, per cui questa rimane chiusa. Quando si applica la tensione di eccitazione del solenoide, la barretta tende a spingere la molla verso l'interno, abbandonando l'infisso, in conseguenza la porta resta aperta. La molla non deve essere molto dura, affinché il nucleo scorra dolcemente all'interno del solenoide. Quest'ultimo è costituito da una bobina formata da un supporto (la lunghezza e il diametro interno del quale dipendono dalla barretta usata come nucleo scorrevole), sopra il quale si avvolgono 3.000 spire di filo di rame smaltato di diametro 0,18 mm. La costruzione di questo chiavistello implica una serie di prove fino a raggiungere un funzionamento perfetto del medesimo. La figura 13.7 dà un'idea della sua costruzione della sua disposizione nella porta. Si devono, inoltre, fare alcune prove con diversi numeri di spire del solenoide, con la durezza della molla e del corretto scorrimento del nucleo o barretta, fino a trovare una buon funzionamento prima dell'installazione definitiva del dispositivo.

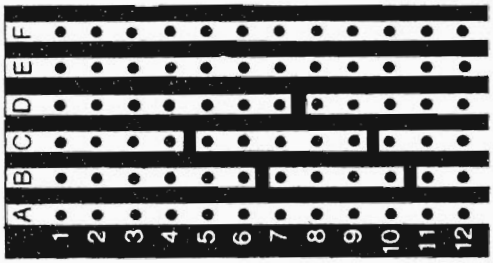


Fig. 13.5 - Frammento di piastra Uniprint, 35 x 67 mm., per il montaggio dell'unità « serratura » captatrice.

Costruzione

Entrambi i montaggi, chiave e serratura elettroniche, sono state previste per essere costruite con piccole piastre Uniprint, come si vede nelle figure 13.2, 13.3, 13.5 e 13.6. Si può, certamente, adottare un altro tipo di montaggio, secondo il gusto personale del costruttore. Come si è già indicato precedentemente, l'unità oscillatrice, o chiave, si può inserire in una cassettina di plastica o in una lanterna pure di materiale plastico, scegliendo la pila che meglio convenga. Bisogna tener presente che tra B1 e B2 e tra le due e l'esterno non deve esserci alcuna piastra metallica, che impedisca il corretto funzionamento della serratura elettronica.

L'unità captatrice, o serratura, può anch'essa essere montata in una scatola di plastica adatta, fissata dietro la porta da custodire.

Se si vuole costruire un'unità alimentatrice, questa può essere montata nella stessa cassetta dell'unità captatrice o serratura elettronica. Si deve, senza dubbio, fare in modo di non installare il trasformatore di rete vicino alla bobina B3, affinché non alteri il normale funzionamento di questa.

L'alimentatore non richiede interruttore, potendosi applicare direttamente alla rete, poiché il consumo senza segnale è piccolo e aumenta solo di poco nei brevi istanti di funzionamento della serratura elettronica.

Il circuito mostrato in figura 13.4 è stato previsto con l'interruttore, per evitare il consumo della pila, per piccolo che sia. L'interruttore S2 si deve montare sulla parte esterna della porta, in un posto strategico, azionandolo nel momento preciso di utilizzare la serratura, cioè all'aprirsi della porta.

Messa a punto

Una volta ultimati i montaggi e ripassati con cura per eliminare qualsiasi possibilità di errore di filatura, bisogna regolarli nel modo seguente.

Unità oscillatrice « chiave » — Inserire un auricolare piezoelettrico ai capi della bobina B1 e collegare l'alimentazione. Regolare il potenziometro P1 fino a percepire una nota udibile (la frequenza di oscillazione deve essere compresa nella gamma acustica). Se ciò non avviene, invertire le connessioni di B1, ripassando una volta di più la filatura (cablaggio) se con l'inversione non si riesce a far funzionare l'oscillatore.

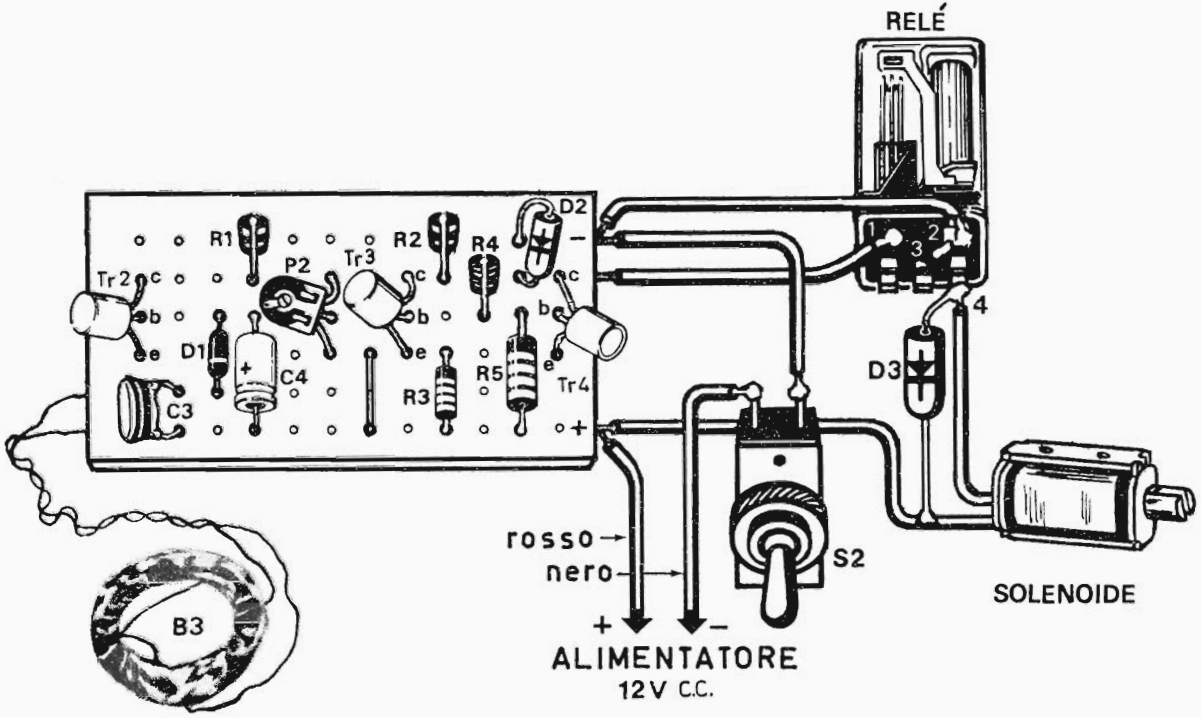


Fig. 13.6

Fig. 13.6 - Schema pratico di montaggio dell'unità « serratura » captatrice.

In seguito, connettere ai terminali della bobina B3 dell'unità captatrice una voltmetro in alternata di alta impedenza d'entrata disposto sulla portata di 5 V a fondo scala, e disporre il gruppo delle bobine B1 e B2 sulla bobina B3, regolando il potenziometro P1 fino a ottenere la massima deviazione dell'indice del voltmetro in alternata.

Unità captatrice « serratura » — Applicare l'alimentazione e regolare il potenziometro P2 fino al funzionamento del relé (i suoi contatti si devono chiudere). Poi, girare il potenziometro P2 in senso inverso a quello che si è fatto prima, fino a quando il relé si diseccita.

Regolate così le due unità, avvicinare ora l'unità oscillatrice a quella captatrice, ciascuna collegata alla propria alimentazione. Il relé dell'unità captatrice si ecciterà con l'avvicinamento dell'unità oscillatrice e si disecciterà con l'allontanamento. Si sceglie il posto della porta dove si vuole installare l'unità captatrice, facendo prove avvicinando l'unità oscillatrice dalla parte esterna della porta, regolando opportunamente il potenziometro P2 dell'unità captatrice tante volte quante siano necessarie per trovare un corretto funzionamento della serratura elettronica.

Alcune considerazioni sul funzionamento

Dato che la frequenza di lavoro è determinata essenzialmente per mezzo di C1 e C3, i due condensatori devono essere scelti dello stesso valore, poiché, se non fosse così, le due unità non potrebbero funzionare correttamente. Col valore indicato di 0,1 μF per C1 e C3, si ottiene una frequenza intorno a 16 kHz. Aumentando il valore di questi condensatori, si abbassa la frequenza e viceversa se si diminuisce tale valore.

La frequenza più alta è imposta dalla frequenza massima alla quale può lavorare il transistore Tr1. Quello qui adottato, un AC188, può lavorare solo fino a 1,5 MHz (già esuberanti); se si vuole ottenere una frequenza maggiore di questa, bisogna usare un altro tipo di transistore di RF. Non è necessario cambiare Tr2, Tr3 e Tr4. La frequenza di lavoro non deve superare 150 kHz, al fine di non uscire dalle norme stabilite per queste bande.

La serratura elettronica è adatta a molte applicazioni; si può montare come serratura di un cofanetto, in cui si custodiscono gioielli, usando come chiavistello un microelettromagnete.

Quando si monta la serratura elettronica in una porta, è necessario includere un pulsante per eccitare il solenoide dall'interno di questa, senza bisogno di usare la chiave elettronica.

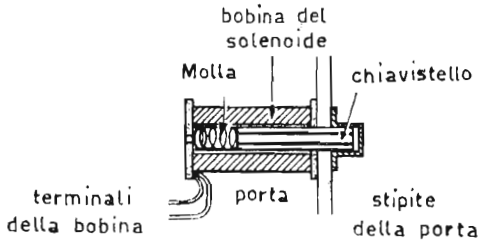


Fig. 13.7 - Montaggio del solenoide a chiavistello sull'infisso di una porta.

Varianti

Il chiavistello cursore, come è stato descritto in questo capitolo, lavora solamente ad una frequenza. Se l'unità oscillatrice fosse costituita da due oscillatori funzionanti a due frequenze diverse, sarebbe quasi impossibile accordare facilmente queste per azionare il chiavistello, con che questo sarebbe molto più sicuro. Il chiavistello richiede due bobine captatrici e due circuiti Schmitt di sblocco. Si potrebbero utilizzare due relé in alternativa per azionare il solenoide, con i loro contatti di lavoro in serie col medesimo.

Altra variante per sperimentare e non da adottare per funzionamento continuativo, sarebbe quella di accordare entrambe le unità in onde medie. In tal caso le bobine B1 e B3 sarebbero del tipo per OM con barretta di ferrite (facilmente reperibile sul mercato). La bobina B2 sarebbe costituita da una decina di spire di filo di rame smaltato di 3 mm. di diametro, avvolte in testa alla bobina B1. Il senso di avvolgimento delle due bobine B1 e B2 dovrà essere quello giusto perché possano oscillare. Con una forte reazione, la quantità di armoniche e la larghezza della banda delle OM abbracciata, avverrebbe che le unità si sintonizzerebbero in un modo non molto critico. La modifica delle bobine avrebbe come conseguenza, nell'unità oscillatrice, la sostituzione di Tr1 con un transistore per radiofrequenza, così come per C1 e P1 che assumerebbero altri valori, 100 pF e 0,1 MΩ rispettivamente. Nell'unità captatrice, C3 e C4 dovrebbero essere sostituiti con altri di 100 pF e 4,7 nF rispettivamente.

La variante sopra indicata può essere eseguita solo per esperimento. Si tenga presente che oscillazioni fuori della banda dei 150 kHz comportano complicazioni di ordine penale.

003000